



Customer Number 22,852  
Attorney Docket No. 02887.0257

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventors: Akira HAMAGUCHI *et al.* )  
 )  
Application No.: 10/687,828 ) Group Art Unit: 2623  
 )  
Filed: October 20, 2003 )  
 )  
For: METHOD AND APPARATUS FOR )  
DETERMINING DEFECT )  
DETECTION SENSITIVITY DATA, )  
CONTROL METHOD OF DEFECT )  
DETECTION APPARATUS, AND )  
METHOD AND APPARATUS FOR )  
DETECTING DEFECT OF )  
SEMICONDUCTOR DEVICES )

**MAIL STOP MISSING PARTS**  
**Commissioner for Patents**  
**P.O. Box 1450**  
**Alexandria, VA 22313-1450**

Sir:

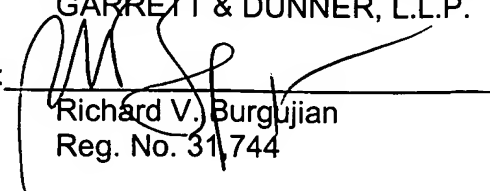
**CLAIM FOR PRIORITY**

Under the provisions of Section 119 of 35 U.S.C., applicants hereby claim the benefit of the filing date of Japanese Patent Application No. 2002-305157, filed October 18, 2002; for the above identified United States Patent Application.

In support of applicants claim for priority, filed herewith is one certified copy of the above.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,  
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

By:   
Richard V. Burgujian  
Reg. No. 31,744

19  
Dated: April 14, 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月 1 8 日  
Date of Application:

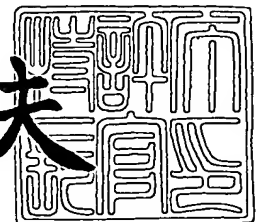
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 3 0 5 1 5 7  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 3 0 5 1 5 7 ]

出 願 人            株式会社東芝  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   7 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 0 5 7 4 1 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 13857601

【提出日】 平成14年10月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 21/956

【発明の名称】 欠陥情報検出感度データの決定方法及び欠陥情報検出感度データの決定装置、欠陥検出装置の管理方法、半導体装置の欠陥検出方法及び半導体装置の欠陥検出装置

【請求項の数】 26

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

【氏名】 濱 口 晶

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

【氏名】 永 井 隆 光

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 武 賢 次

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橘 谷 英 俊

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100103263

【弁理士】

【氏名又は名称】 川 崎 康

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 欠陥情報検出感度データの決定方法及び欠陥情報検出感度データの決定装置、欠陥検出装置の管理方法、半導体装置の欠陥検出方法及び半導体装置の欠陥検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の半導体装置における各半導体装置の表面の所望エリアからそれぞれ画像データを取り込み、

前記画像データの少なくとも 2 つを演算処理して得られた演算処理後画像データを、所定の閾値データが設定された欠陥情報検出感度パラメータと比較することによって、演算に用いられた前記画像データの少なくともいずれかに対応する前記所望エリアにおける欠陥情報を取得し、

前記欠陥情報検出感度パラメータを変化させて前記欠陥情報を取得する工程を複数回行って、前記欠陥情報検出感度パラメータの値データと前記欠陥情報とを対応づけた組み合わせデータを複数取得し、

複数の前記組み合わせデータを用いて、所望の統計量データと前記欠陥情報検出感度パラメータとの関係を示す関数を作成し、半導体装置の欠陥検査時において半導体装置の表面の所望エリアにおける欠陥情報を取得する際に用いられ、複数の前記半導体装置の表面のそれぞれの前記所望のエリアから取得された画像データを演算処理して得られたデータ中における前記欠陥情報の存在範囲を定める欠陥情報検出感度データを、前記関数に基づいて決定する、

ことを特徴とする欠陥情報検出感度値データの決定方法。

【請求項 2】

前記複数の半導体装置における各半導体装置の表面の所望エリアに光あるいは電子線を照射し、前記所望のエリアからの反射光あるいは電子を用いて前記画像データを取り込むことを特徴とする請求項 1 に記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

【請求項 3】

予め欠陥が作りこまれており且つこの欠陥の種類、サイズ、数、座標の少なく

ともいづれかが予め分かっている半導体装置を用いて前記所望のエリアから画像データを取り込むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

**【請求項 4】**

前記画像データをデジタル画像データとして取り込むことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の欠陥情報検出感度値データの決定方法。

**【請求項 5】**

前記演算処理は、前記デジタル画像データを構成する複数のピクセルの各ピクセルごとに行うことを特徴とする請求項 4 に記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

**【請求項 6】**

前記演算処理は、前記各ピクセルが有する階調値の差の差分を求めることを特徴とする請求項 5 に記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

**【請求項 7】**

前記欠陥情報として前記所望のエリアにおける欠陥個数データを取得することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

**【請求項 8】**

前記所望の統計量データとして、前記所望のエリアにおける欠陥個数の標準偏差データを用いることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

**【請求項 9】**

前記標準偏差データを前記欠陥情報検出感度パラメータの関数として表したときに、前記標準偏差データの一次微分が所定の微分値データになるときの前記欠陥情報検出感度パラメータの値データを前記欠陥情報検出感度データとして決定することを特徴とする請求項 8 に記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

**【請求項 10】**

前記所定の微分値データはゼロであることを特徴とする請求項 9 に記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

**【請求項 1 1】**

前記関数を 2 以上の関数で近似し、前記 2 以上の関数の交点を区分点として算出し、その区分点に対応する前記欠陥情報検出感度パラメータの値データを基準にして前記欠陥情報検出感度データを決定する範囲を特定し、特定された前記範囲の中から前記欠陥情報検出感度データを決定することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

**【請求項 1 2】**

前記欠陥情報検出感度パラメータの範囲において前記関数を任意の区間に分割し、前記分割された範囲のそれぞれにおいて前記関数を前記欠陥情報検出感度パラメータで積分し、前記分割された範囲のそれぞれに対応する積分値を用いて、前記欠陥情報検出感度データを決定する範囲を前記分割された範囲のいずれかに特定し、前記特定された範囲の中において前記欠陥情報検出感度データを決定することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

**【請求項 1 3】**

請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の方法を用いて決定された前記欠陥情報検出感度データに、任意のオフセットデータ値を加えた値データを最終的な欠陥情報検出感度データとして決定することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の欠陥情報検出感度データの決定方法。

**【請求項 1 4】**

第 1 の時期において請求項 1 乃至 13 のいずれかに記載の方法を用いて決定された第 1 の前記欠陥情報検出感度データと、前記第 1 の時期よりも前の第 2 の時期において請求項 1 乃至 13 のいずれかに記載の方法を用いて決定された第 2 の前記欠陥情報検出感度データとを用いて、半導体装置の欠陥検出装置の経時変化の管理を行うことを特徴とする欠陥検出装置の管理方法。

**【請求項 1 5】**

前記第 1 及び第 2 の欠陥情報検出感度データを用いて、前記第 1 及び第 2 の欠陥情報検出感度データの相関係数を算出し、算出された前記相関係数の値データが規定の範囲内にあるか否かをもって前記欠陥検出装置の経時変化の管理を行う

ことを特徴とする請求項 14 に記載の欠陥検出装置の管理方法。

**【請求項 16】**

前記第 1 の欠陥情報検出感度データを第 1 の軸、前記第 2 の欠陥情報検出感度データを第 2 の軸とした座標系に、前記第 1 及び第 2 の欠陥情報検出感度データを複数プロットしたときにおける前記第 1 及び第 2 の欠陥情報検出感度データの近似直線の傾きを算出し、前記近似直線の傾きが規定の範囲内にあるか否かをもつて前記欠陥検出装置の経時変化の管理を行うことを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載の欠陥検出装置の管理方法。

**【請求項 17】**

複数台の欠陥検出装置のそれぞれにおいて、請求項 1 乃至 13 のいずれかに記載の方法を用いて、前記欠陥情報検出感度データを決定し、前記複数台の欠陥検出装置のそれぞれにおいて決定された前記欠陥情報検出感度データを用いて、前記複数台の欠陥検出装置の状態を管理することを特徴とする請求項 14 乃至 16 のいずれかに記載の欠陥検出装置の管理方法。

**【請求項 18】**

前記複数台の欠陥検出装置のそれぞれにおいて決定された前記欠陥情報検出感度データを用いて前記複数台の欠陥検出装置の相関係数を算出し、前記相関係数が規定の範囲内にあるか否かをもつて前記複数台の欠陥検出装置の状態を管理することを特徴とする請求項 17 に記載の欠陥検出装置の管理方法。

**【請求項 19】**

前記複数台の欠陥検出装置のそれぞれに対応する前記欠陥情報検出感度データをそれぞれ異なる軸にとった座標系にプロットを複数施した場合における近似直線の傾きを算出し、前記近似直線の傾きが規定の範囲内にあるか否かをもつて前記複数台の欠陥検出装置の状態を管理することを特徴とする請求項 17 又は 18 に記載の欠陥検出装置の管理方法。

**【請求項 20】**

複数の半導体装置における各半導体装置の表面の所望エリアに光あるいは電子線を照射して、前記所望のエリアからの反射光あるいは電子を用いて前記所望のエリアにおける画像データを取り込む画像データ取得部と、



前記画像データの少なくとも2つを演算処理して得られた演算処理後画像データを、所定の閾値データが設定された欠陥情報検出感度パラメータと比較することによって、演算に用いられた前記画像データの少なくともいずれかに対応する前記所望エリアにおける欠陥情報を算出し、前記欠陥情報検出感度パラメータを変化させて前記欠陥情報を算出する工程を複数回行って、前記欠陥情報検出感度パラメータの値データと前記欠陥情報とを対応づけた組み合わせデータを複数算出する第1の演算部と、

複数の前記組み合わせデータを用いて、所望の統計量データと前記欠陥情報検出感度パラメータとの関係を示す関数を作成し、半導体装置の欠陥検査時において半導体装置の表面の所望エリアにおける欠陥情報を取得する際に用いられ、複数の前記所望のエリアから取得された画像データを演算処理して得られたデータ中における前記欠陥情報の存在範囲を定める欠陥情報検出感度データを、前記関数に基づいて決定する第2の演算部と、

を備えることを特徴とする欠陥情報検出感度値データの決定装置。

#### 【請求項 21】

半導体装置の製造プロセスに用いられるプロセス装置に関連するデータを記憶保持するプロセス装置データベースと、半導体装置の歩留りに関連するデータを記憶保持する歩留データベースと、テスター検査結果データ及び前記テスター検査結果データと半導体装置の欠陥情報との突き合わせ結果データとを記憶保持する電気特性データベースとにそれぞれ記憶保持された、前記プロセス装置に関連するデータ、前記歩留りに関連するデータ及び前記突き合わせ結果データとを用いて、前記半導体装置の製造により生じるコストと、前記半導体装置の欠陥検出検査における検査条件データが設定され前記コストに影響を与えるコスト因子値パラメータとの関係を示す関数を作成し、

前記コストとコスト因子値パラメータとの関係を示す関数に基づいて前記コスト因子値データを決定し、

前記コスト因子データ、及び請求項1乃至13のいずれかに記載の方法で決定された欠陥情報検出感度データに基づいて前記半導体装置の欠陥検出検査を行い、

前記半導体装置の欠陥検出検査によって検出された前記欠陥情報と、前記歩留データベースに記憶保持された前記歩留りに関連するデータから、新たな歩留りに関連するデータを作成し、

前記欠陥情報と前記テスター検査結果データとの突き合わせをして新たな突き合わせ結果データを作成し、

この新たな歩留に関連するデータ及び新たな突き合わせ結果データをフィードバックして、前記コストとコスト因子値パラメータとの関係を示す関数を再度作成する、

ことを特徴とする半導体装置の欠陥検出方法。

#### 【請求項 2 2】

前記半導体装置の欠陥検出検査を行う前に、請求項 1 4 乃至 1 6 のいずれかに記載の方法を用いて前記半導体装置の欠陥検出装置の管理を行うことを特徴とする請求項 2 1 に記載の半導体装置の欠陥検出方法。

#### 【請求項 2 3】

前記コストとコスト因子値パラメータとの関係を示す関数において、前記コストが最小となる時の前記コスト因子値パラメータの値データを前記コスト因子値データとして決定することを特徴とする請求項 2 1 又は 2 2 に記載の半導体装置の欠陥検出方法。

#### 【請求項 2 4】

前記新たな歩留りに関連するデータとして新たな歩留予測データを作成するために必要とされる前記半導体装置の検査数量に応じて前記コスト因子値データに所定のオフセット値データを加えたものを前記コスト因子値データとして決定することを特徴とする請求項 2 1 乃至 2 3 のいずれかに記載の半導体装置の欠陥検出方法。

#### 【請求項 2 5】

前記欠陥検出装置の稼働率に応じて前記コスト因子値データに所定のオフセット値データを加えたものを前記コスト因子値データとして決定することを特徴とする請求項 2 1 乃至 2 4 のいずれかに記載の半導体装置の欠陥検出方法。

#### 【請求項 2 6】

半導体装置の製造プロセスに用いられるプロセス装置に関連するデータを記憶保持するプロセス装置データベースと、

半導体装置の歩留りに関連するデータを記憶保持する歩留データベースと、

テスター検査結果データ、及び前記テスター検査結果データと半導体装置の欠陥情報との突き合わせ結果データを記憶保持する電気特性データベースと、

前記プロセス装置データベース、前記歩留データベース及び前記電気特性データベースに記憶保持された前記プロセス装置に関連するデータ、前記歩留に関連するデータ及び前記突き合わせ結果データを用いて、前記半導体装置の製造により生じるコストと、前記コストに影響を与え、前記半導体装置の欠陥検出検査における検査条件データが設定されるコスト因子値パラメータとの関係を示す関数を作成し、前記コストとコスト因子値パラメータとの関係を示す関数に基づいてコスト因子値データを決定するコスト演算部と、

前記コスト因子データ、及び請求項 1 乃至 13 のいずれかに記載の方法で決定された欠陥情報検出感度データに基づいて、前記半導体装置の欠陥検出検査を行う半導体装置の欠陥検出装置と、

前記半導体装置の欠陥検出装置による前記欠陥検出検査により検出された欠陥情報と、前記歩留データベースに記憶保持された前記歩留に関連するデータから、新たな歩留に関連するデータを作成し、

前記欠陥情報と前記テスター検査結果データとの突き合わせをして新たな突き合わせ結果データを作成し、

前記新たな歩留に関連するデータ及び前記新たな突き合わせ結果データとを前記コスト演算部にフィードバックする歩留関連データ管理部と、

を備えることを特徴とする半導体装置の欠陥検出装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、欠陥情報検出感度データの決定方法、欠陥検出装置の管理方法、欠陥情報検出感度データの決定装置、半導体装置の欠陥検出方法及び半導体装置の欠陥検出装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

半導体デバイスの歩留りを大きくし、その歩留りを維持するため、所定のプロセスを経た半導体デバイスに欠陥があるかどうかを検査することは重要である。特に、半導体デバイスの製造は、例えばメモリに代表される多量少品種から、ロジック回路等のライフサイクルの短い少量多品種に移行しつつあるため、上述の半導体デバイスの欠陥検査を、可能な限り最適な感度で効率的に行うことが重要となる。

## 【0003】

半導体デバイスの欠陥、例えば、ウエハに形成された微細なパターンの欠陥や結晶レベルの欠陥であるランダム欠陥を検出する手段の一つとして以下に示す方法がしばしば用いられる。

## 【0004】

まず、例えばウエハを構成する複数のチップにおける隣接チップ同士や、複数のマトリクス状に配列されるセルを有するメモリの隣接セルアレイブロック同士における表面画像を光学画像あるいは電子線画像として検出する。そして、検出した隣接チップ同士または隣接セルアレイブロック同士の画像を互いに比較して両者の相違部分を抽出し、この相違部分に対応する例えばチップ上の部分を欠陥部分として判定する。

## 【0005】

相違部分の抽出方法としては、具体的には、取得した隣接チップ同士等の各画像からノイズを除去をするフィルタリング処理を行った後、画像を構成する複数の画素の各画素の特徴量（濃淡値）を算出する。この各画素における特徴量を、対比される画像における各画素の特徴量とそれぞれ比較（例えば減算）する。そして、特徴量（濃淡値）の差が規定値（以下、閾値と称す）以上であれば、その画素を相違部分として抽出する。

## 【0006】

## 【特許文献1】

特開 2001-337047号公報

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述した半導体デバイスの欠陥を検出する方法は、この方法を実施するに先だって上述した閾値（検査感度）を検査装置に設定しておく必要があり、この閾値を決定するのに時間を要していた。また、決定された閾値における信頼性も低いという問題点を有していた。これらの問題点について以下に詳しく述べる。

## 【0008】

図24は、従来の閾値の設定方法を示すフローチャートである。

## 【0009】

図24を参照して、従来の閾値の設定方法について説明する。

## 【0010】

まず、半導体デバイスの欠陥検出装置に対して予め任意の閾値を設定しておく（ステップS101）。次に、画像取込装置において検査対象としての半導体デバイスの表面から画像を取り込み取り込んだ画像を構成する複数の画素における各画素を多値データ化して、デジタル画像データとする（ステップS102）。このデジタル画像データを、上と同様にして、同一種の半導体デバイス（例えば隣接チップ）から得られた他のデジタル画像データと各画素ごとに比較して、両者のデジタル画像データの相違部分を検出し、その相違部分に対応する実際の半導体デバイス上を部分を欠陥部分として特定する（ステップS102）。そして、その欠陥部分をサンプリングして（ステップS103）、人間が実際に観察（レビュー）する（ステップS104）。この観察の結果、例えば欠陥の種類や欠陥の大きさに基づいて、欠陥の検出レベルが所望のものに達しているか、つまり上述の任意の閾値の値が適正であったかを確認する（ステップS105）。確認の結果、検出レベルが十分であると判断されれば（ステップS105のYes）、上述で設定した任意の閾値を採用し、検出レベルが不十分である判断されれば（ステップS105のNo）、検出レベルが十分であると判断されるまで、任意の閾値の設定から検出レベルの確認までの工程（ステップS101～105）を繰り返す。

## 【0011】

このように、上述の閾値の設定方法では、閾値の決定までに任意の閾値の設定から検出レベルの確認までの工程を数回繰り返すことがあり、試行錯誤しながら時間をかけて閾値を決定していた。言い換えれば、閾値の決定までの過程はレシピ作成者（閾値等の決定者）の熟練度に負うところが多いため、閾値の決定までの時間が大きくなることもあり、閾値の決定までに必要な時間も予測できなかった。

## 【0012】

また、上述の閾値の設定方法の特に欠陥レビュー工程（図24のステップS104）においては以下のような問題点もあった。即ち、この欠陥レビュー工程において欠陥をレビューする方法の主なものとしては、例えば、欠陥が検出された全ての半導体デバイスをレビューする方法（全数レビュー法）や、欠陥が検出された半導体デバイスの個数が多い場合は欠陥を有する半導体デバイスをいくつかピックアップしてサンプリングレビューする方法（サンプリングレビュー法）がある。このうち、全数レビュー法は時間を要するため非効率的であり、一方、サンプリングレビュー法では、レビュー洩れのため、決定された閾値に大きな誤差を持ち得るため、後に、閾値を再度の修正が必要になることが多かった。

## 【0013】

以上のような問題点から、短時間で精度のよい閾値を決定するため、閾値を定量的に精度良く設定できる方法の提案が望まれていた。

## 【0014】

ところで、半導体デバイスの量産工場においては、多くの同一種のウエハを処理しており、これらウエハを効率よく検査するため、これらのウエハを検査するのに複数台の検査装置を用いる。しかしながら、これら複数台の検査装置はそれぞれ同じ機種ではあっても例えば微少な機種差があるため、同一のレシピ（例えば閾値や、画像取得に当たってデバイスに照射する光の強度等、検査における各種条件を定めたもの）を用いることができない。このため、各検査装置ごとに光学系等の調整をする必要が多かった。一般に、レシピの作成は定量化されていないため、作成されたレシピの出来は作成者の熟練によって左右される部分が大き

く、また、レシピの作成には多くの時間を要していた。このため、上述のように各検査装置ごとに光学系を調整することは多くの時間を要すると共に、各検査装置のマッチング結果にばらつきを生じさせていた。

#### 【0015】

ここで、各検査装置のマッチングをとる方法の一例について具体的に述べると以下の通りである。まず、所定の処理を経た複数のウエハをある検査装置においてそれぞれ検査し、各ウエハにおいて検出された欠陥部分の座標（欠陥座標）を検出する。各ウエハにおいてそれぞれ検出された欠陥座標のうち、任意の値以上の検出率を有する欠陥座標をマスタ欠陥座標として抽出し、このマスタ欠陥座標に対応するウエハ上の部分をマスタ欠陥としてその数を計上し記憶する。この各ウエハから欠陥座標を検出し、マスタ欠陥を記憶するまでの作業を、他の複数の検査装置においても、上と同じ複数のウエハを用いてそれぞれ同様行う。この後、各検査装置によりそれぞれ検出されたマスタ欠陥の数をそれぞれ比較し、各検査装置によるマスタ欠陥の数が同じになるように各検査装置の光学系を調整する

しかしながら、このような各検査装置のマッチングにおいて用いられるウエハは、検査装置の製造メーカーが予め用意した基準ウエハ、及び実際に工場での処理工程を経たウエハであるが検査対象とは異なる種類のウエハ（時間的制約等から検査対象となる全ての種類のウエハを用いたマッチングは困難）であった。このようにマッチングでは実際に検査対象となるウエハを全て考慮したものとは言えないため信頼性が高いとはいえなかった。

#### 【0016】

このように従来各検査装置間のマッチング結果はばらつきが大きくマッチングにも時間がかかるため、実際に検査対象となるウエハと同一種類のウエハを使用し且つ定量化された手段を用いて各検査装置間のマッチングを行うことが望まれていた。

#### 【0017】

ところで、上に述べたように、従来の検査装置のレシピの作成においては、レシピの作成者の熟練に負うところが多く、またレシピの作成に当たって用いるサンプルの種類・数も少なかった。このため、作成されたレシピの信頼性も低く、

従来の方法によるレシピはノイズに対する耐性（ロバスト性）が無い場合が多かった。このことは、検査装置の性能を定期的に検査して検査装置の性能を維持する品質管理（QC：Quality Control）においても問題となっていた。より詳しくは以下の通りである。

#### 【0018】

図25は、従来の検査装置QCの例を示すグラフである。

#### 【0019】

従来の検査装置QCは、所定の間隔（例えば1週間）で同一のサンプルを同一のレシピを用いて検査し、検出された欠陥個数が、図25に示す下限個数及び上限個数の間の許容範囲に入るか否かで管理されていた。そして、検出された欠陥個数が、この許容範囲に入らない場合、その検査装置は品質基準を満たさないとして、メンテナンスの必要があるなどとされた。上述したように、従来ではレシピの作成の出来はレシピ作成者の熟練によるところが多く、実デバイスの閾値の余裕度を考慮せず、誤差因子を無視できないようなレシピを作成してしまうことがある。この場合、例えば欠陥が過度に多く検出され、品質に問題のない検査装置でも品質基準を満たないと判断されていた。このため、適正な検査装置QCを行えるようにするレシピの作成方法、特に閾値の決定方法を提案することが強く望まれていた。

#### 【0020】

ところで、半導体デバイスの製造ラインにおいては、ウエハの処理をするのに多種かつ複数の半導体製造装置を用いており、また、この半導体製造装置の処理シーケンスには、バッチ処理、マルチチャンバ処理等、多種多様の処理シーケンスがある。このため、種々のプロセスを経たウエハには、ロット間のばらつき（ロットバリエーション）や、同一ロット内におけるウエハ間のばらつき（ウエハバリエーション）が否応なく発生する。従って、このようなばらつきを防ぐためには、ウエハの検査工程において、全てのウエハを検査する（全数検査）ことが望ましい。しかし、全数検査によるコストならびにスループットを考えると、ウエハの全数検査は事実上困難である。そこで、実際には、検査装置の能力（キャパシティ）からウエハの検査処理可能枚数を求め、その枚数に基づいてウエハの



検査が行われている。そして、この限られた枚数の検査の中でできるだけ検査洩れを防ぐべく次のようにしてウエハの検査を行っていた。即ち、ウエハの製造履歴（例えばウエハが経てきた工程名やプロセス装置の名称等）を統計的に処理して、できるだけ検査洩れを少なくできるウエハのサンプリングプランを作成し、このサンプリングプランに基づいてウエハの検査を行っていた。しかし、このウエハの検査には以下のような問題点があった。

#### 【0021】

即ち、このウエハ検査では、限られた固定台数の検査装置でできるだけ多くの枚数のウエハを検査することに主眼をおいていたため必ずしもコスト（損失）の最適化が行われていたとは言えなかった。例えば、ウエハの歩留りは絶えず変化しているにも拘わらず、一度決められた検査間隔（検査頻度）、ウエハ検査枚数等のコスト因子は変更されていなかった。このため、コストを加味しつつ、定量的且つ自動的に、検査間隔やウエハ検査枚数等のコスト因子の値を見直す技術が求められていた。

#### 【0022】

本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、閾値（欠陥検出感度）を定量的に決定できる欠陥検査感度の決定方法及び決定装置、この欠陥検査感度の決定方法を用いた欠陥検出装置の管理方法を提供することを目的とする。また、本発明は、全体コストを考慮しつつ、検査頻度やウエハ検査枚数等のコスト因子の値を定量的に決定できる半導体装置の欠陥検出方法及び欠陥検出装置を提供することを目的とする。

#### 【0023】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の欠陥情報検出感度値データの決定方法は、複数の半導体装置における各半導体装置の表面の所望エリアからそれぞれ画像データを取り込み、前記画像データの少なくとも2つを演算処理して得られた演算処理後画像データを、所定の閾値データが設定された欠陥情報検出感度パラメータと比較することによって、演算に用いられた前記画像データの少なくともいずれかに対応する前記所望エリアにおける欠陥情報を取得し、前記欠陥情報検出感度パラメータを変化させて

前記欠陥情報を取得する工程を複数回行って、前記欠陥情報検出感度パラメータの値データと前記欠陥情報とを対応づけた組み合わせデータを複数取得し、複数の前記組み合わせデータを用いて、所望の統計量データと前記欠陥情報検出感度パラメータとの関係を示す関数を作成し、半導体装置の欠陥検査時において半導体装置の表面の所望エリアにおける欠陥情報を取得する際に用いられ、複数の前記半導体装置の表面のそれぞれの前記所望のエリアから取得された画像データを演算処理して得られたデータ中における前記欠陥情報の存在範囲を定める欠陥情報検出感度データを、前記関数に基づいて決定するものとして構成される。

#### 【0024】

本発明の欠陥検出装置の管理方法は、複数台の欠陥検出装置のそれぞれにおいて、請求項1乃至11のいずれかに記載の方法を用いて、前記欠陥情報検出感度データを決定し、前記複数台の欠陥検出装置のそれぞれにおいて決定された前記欠陥情報検出感度データを用いて、前記複数台の欠陥検出装置の状態を管理するものとして構成される。

#### 【0025】

本発明の欠陥情報検出感度値データの決定装置は、複数の半導体装置における各半導体装置の表面の所望エリアに光あるいは電子線を照射して、前記所望のエリアからの反射光あるいは電子を用いて前記所望のエリアにおける画像データを取り込む画像データ取得部と、前記画像データの少なくとも2つを演算処理して得られた演算処理後画像データを、所定の閾値データが設定された欠陥情報検出感度パラメータと比較することによって、演算に用いられた前記画像データの少なくともいずれかに対応する前記所望エリアにおける欠陥情報を算出し、前記欠陥情報検出感度パラメータを変化させて前記欠陥情報を算出する工程を複数回行って、前記欠陥情報検出感度パラメータの値データと前記欠陥情報とを対応づけた組み合わせデータを複数算出する第1の演算部と、複数の前記組み合わせデータを用いて、所望の統計量データと前記欠陥情報検出感度パラメータとの関係を示す関数を作成し、半導体装置の欠陥検査時において半導体装置の表面の所望エリアにおける欠陥情報を取得する際に用いられ、複数の前記所望のエリアから取得された画像データを演算処理して得られたデータ中における前記欠陥情報の存

在範囲を定める欠陥情報検出感度データを、前記関数に基づいて決定する第2の演算部と、を備えるものとして構成される。

#### 【0026】

本発明の半導体装置の欠陥検出方法は、半導体装置の製造プロセスに用いられるプロセス装置に関連するデータを記憶保持するプロセス装置データベースと、半導体装置の歩留りに関連するデータを記憶保持する歩留データベースと、テスター検査結果データ及び前記テスター検査結果データと半導体装置の欠陥情報との突き合わせ結果データとを記憶保持する電気特性データベースとにそれぞれ記憶保持された、前記プロセス装置に関連するデータ、前記歩留りに関連するデータ及び前記突き合わせ結果データとを用いて、前記半導体装置の製造により生じるコストと、前記半導体装置の欠陥検出検査における検査条件データが設定され前記コストに影響を与えるコスト因子値パラメータとの関係を示す関数を作成し、前記コストとコスト因子値パラメータとの関係を示す関数に基づいて前記コスト因子値データを決定し、前記コスト因子データ、及び請求項1乃至13のいずれかに記載の方法で決定された欠陥情報検出感度データに基づいて前記半導体装置の欠陥検出検査を行い、前記半導体装置の欠陥検出検査によって検出された前記欠陥情報と、前記歩留データベースに記憶保持された前記歩留りに関連するデータから、新たな歩留りに関連するデータを作成し、前記欠陥情報と前記テスター検査結果データとの突き合わせをして新たな突き合わせ結果データを作成し、この新たな歩留りに関連するデータ及び新たな突き合わせ結果データをフィードバックして、前記コストとコスト因子値パラメータとの関係を示す関数を再度作成するものとして構成される。

#### 【0027】

本発明の半導体装置の欠陥検出装置は、半導体装置の製造プロセスに用いられるプロセス装置に関連するデータを記憶保持するプロセス装置データベースと、半導体装置の歩留りに関連するデータを記憶保持する歩留データベースと、テスター検査結果データ、及び前記テスター検査結果データと半導体装置の欠陥情報との突き合わせ結果データを記憶保持する電気特性データベースと、前記プロセス装置データベース、前記歩留データベース及び前記電気特性データベースに記

憶保持された前記プロセス装置に関連するデータ、前記歩留りに関連するデータ及び前記突き合わせ結果データを用いて、前記半導体装置の製造により生じるコストと、前記コストに影響を与え、前記半導体装置の欠陥検出検査における検査条件データが設定されるコスト因子値パラメータとの関係を示す関数を作成し、前記コストとコスト因子値パラメータとの関係を示す関数に基づいてコスト因子値データを決定するコスト演算部と、前記コスト因子データ、及び請求項1乃至13のいずれかに記載の方法で決定された欠陥情報検出感度データに基づいて、前記半導体装置の欠陥検出検査を行う半導体装置の欠陥検出装置と、前記半導体装置の欠陥検出装置による前記欠陥検出検査により検出された欠陥情報と、前記歩留データベースに記憶保持された前記歩留りに関連するデータから、新たな歩留りに関連するデータを作成し、前記欠陥情報と前記テスター検査結果データとの突き合わせをして新たな突き合わせ結果データを作成し、前記新たな歩留に関連するデータ及び前記新たな突き合わせ結果データとを前記コスト演算部にフィードバックする歩留関連データ管理部と、を備えるものとして構成される。

#### 【0028】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について説明する。

#### 【0029】

##### (第1の実施の形態)

図1は、本発明を用いて閾値を決定するプロセスの一形態を示すフローチャートであり、図2は、上述の閾値を決定するプロセスにおいて用いる閾値決定装置の構成の一例を示す図である。

#### 【0030】

図1に示すように、この閾値決定プロセスは、検査対象となる複数の半導体デバイスの表面からそれぞれの画像データを取得する画像データ取得工程（ステップS1）と、取得した画像データを各ピクセルごとに多値化してデジタル画像データとして記憶部に記憶させるデジタル画像データ記憶工程（ステップS2）と、記憶されたデジタル画像データを用いて各半導体デバイスの欠陥個数を、閾値をパラメータとして閾値毎に算出する欠陥個数算出工程（ステップS3）

と、この欠陥個数算出工程の算出結果を用いて閾値毎に欠陥検出個数の標準偏差を算出する標準偏差算出工程（ステップS4）と、この標準偏差算出工程の算出結果を用いて算出すべき閾値の範囲を特定する閾値範囲特定工程（ステップS5）と、この閾値範囲特定工程の算出結果を用いて最終的に閾値を決定する閾値決定工程（ステップS6）とを有する。

#### 【0031】

上述の各ステップS1～6を実行するため、図2に示すように、閾値決定装置1は、上述の画像データ取得工程（ステップS1）とデジタル画像データ記憶工程（ステップS2）とを実行する画像データ取込部2と、デジタル画像データを記憶する画像データ記憶部3と、前述の欠陥個数算出工程（ステップS3）を実行する画像データ比較部4と、前述の標準偏差算出工程（ステップS4）を実行する第1の演算部5と、前述の標準偏差収束点算出工程と閾値決定工程（ステップS5、6）を実行する第2の演算部6とを有する。

#### 【0032】

以下、図1及び図2を参照しながら、上述の閾値決定プロセスを各ステップS1～6に分けて順次説明する。

#### 【0033】

まず、画像データ取得工程（ステップS1）について説明する。

#### 【0034】

この画像データ取得工程は、画像データ取得部2（図2参照）において、検査対象となる複数の半導体デバイスの表面からそれぞれ画像データを取得する工程である。より詳しくは以下の通りである。

#### 【0035】

図3は、所定のプロセスを経た後の基板（ウエハ）8を示し、ウエハ8には複数のチップ（半導体デバイス）9が作り込まれている。図中、ウエハ8には、チップ9（1）～9（36）の36個のチップが作り込まれているが、実際にはより多くのチップが形成されている。ここではこれらのチップ9のうち、例えば4つのチップ9（21）～9（24）が、検査対象（画像データ取得対象）となるものとする。より詳しくは、図3に示すように、各チップ9（21）～9（24

の一領域である検査エリア10(21)～10(24)が検査対象となる。これらの検査領域10(21)～10(24)を、例えばCCDセンサ等を用いて、図中に示す走査方向にスキャンして、検査領域10(21)～10(24)を撮像する。これらの検査領域10(21)～10(24)を撮像する手段としてはCCDセンサの他、例えば電子顕微鏡等を用いても良い。検査領域10(21)～10(24)は、図中の拡大図に示すように、例えば配線領域である。

#### 【0036】

以上のように、この画像データ取得工程では、ウエハ8上の各チップ9(21)～(24)の各一領域である検査領域10(21)～10(24)の撮像して各検査領域10(21)～10(24)の画像データを取り込む。

#### 【0037】

次に、図1に示すように、デジタル画像データ記憶工程(ステップS2)について説明する。

#### 【0038】

このデジタル画像データ記憶工程は、前述の画像データ取得工程(ステップS1)において画像データ取得部2(図2参照)で撮像した画像データをデジタル画像データに変換して、デジタル画像データ記憶部3に記憶する工程である。より詳しくは以下の通りである。

#### 【0039】

図4は、検査領域10(21)の画像データを複数のピクセルに分割し、各ピクセルごとの画像データをデジタル化した状態を示す図である。

#### 【0040】

図4に示すように、検査領域10(21)の画像データを構成する各ピクセルは、例えば階調値0～255の範囲でデジタル化され、各ピクセルの画像データはデジタル画像データとしてデジタル画像データ記憶部3内に記憶される。このとき、各ピクセルのウエハ8上における座標などの情報も併せて記録される。他の検査領域10(22)～10(24)の画像データ等についても同様にして各ピクセルごとにデジタル化されてデジタル画像データ記憶部3内に記憶される。

## 【0041】

次に、図1に示すように、欠陥検出個数算出工程（ステップS3）について説明する。

## 【0042】

この欠陥検出個数算出工程は、上述の工程（ステップS2）でデジタル画像データ記憶部3に記憶された検査領域10（21）～10（24）の各デジタル画像データを用いて、各検査領域10（21）～10（24）に存在する欠陥個数を例えばダイ比較方式により算出する工程である。この際、上述の階調値0～255に対応させて後述する閾値を例えば0から255までの256段階に変化させ、各閾値ごとに各検査領域10（21）～10（24）の欠陥個数を算出する。この工程は画像データ比較部4において実行される。より詳しくは以下の通りである。

## 【0043】

まず、上述したダイ比較方式による欠陥の検出方法の仕組みを説明する。

## 【0044】

図5は、このダイ比較方式の仕組みを説明するための図である。

## 【0045】

図5に示すように、検査領域A～C（図示せず）の画像データA～Cがあるとする。これらの画像データA～Cは、複数のピクセルにより構成され、各ピクセルごとに所定の階調値0～255を有するものとする。このような前提において、画像データA～Cを用いて検査領域Bの欠陥を検出する。

## 【0046】

具体的には、まず、図5に示すように、画像データA及び画像データBを構成する複数のピクセルの各ピクセルにおける階調値を、互いに対応する各ピクセル同士で減算し、減算した結果の絶対値（ $|A - B|$ ）をとる。この各ピクセル同士の減算の結果の絶対値を、画像データBのピクセルと同一数のセルを有するセル表12（1）に図5のようにして示す。各セル内には0～255の値の階調値差が入る。同様にして、画像データBと画像データCについても互いに対応する各ピクセル同士にて階調値を減算して、絶対値（ $|B - C|$ ）を求め、画像デー

タBのピクセルと同一数のセルを有するセル表12(2)内に配置する。そして、このセル表12(2)と先に示したセル表12(1)との共通部分をとる(|A-B|AND|B-C|)。即ち、セル表12(1)、12(2)のそれぞれの各セルを互いに対応させ、小さい方のセル値を採用し、セル表12(3)として表す。セル表12(2)とセル表12(1)との共通部分をとった結果、セル表12(3)に示すように、階調値差が大きいセルと、階調値差の小さいセルと、階調値差がゼロのセルが現れる。階調値差が大きい小さいかは、後述する閾値より大きい小さいかで判断する。セル表12(3)の各セルのうち、階調値差が閾値より大きいセルに対応する検査領域B上の部分が欠陥部分であり、セル表12(3)に示すように欠陥部分は例えば2つある。階調値差が小さいあるいはゼロのセルに対応する検査領域B上の部分が適正な部分である。本来であれば、検査領域B上の適正な部分に対応するセルは階調値差がゼロになるはずであるが、検査時にノイズ成分が混入等した場合には小さい階調値差が生じるのである。なお、上記説明では、2つの画像データの相違部分を検出するのに、両画像データをそれぞれ構成する複数のピクセルの各ピクセル同士の差分の絶対値をとったが、絶対値ではなく単に差分をとって両画像データの相違部分を検出してもよい。

#### 【0047】

以上に説明したことをグラフを用いて説明するため図6を示す。

#### 【0048】

図6は、横軸を、上述のセル表12(3)における各セルの属性である階調値差、縦軸を、各階調値差を有するセル数、つまり、画像データBのピクセル数(ピクセルカウント数)とするグラフを示す。

#### 【0049】

図6に示すように、閾値よりも大きい階調値差を有するピクセルに対応する検査領域B上の部分は欠陥部分とされる。但し、閾値よりも大きい階調値差を有することをもってその階調値差を有するピクセルの対応する検査領域上の部分を欠陥部分とするのではなく他の基準をも用いてもよい。例えばその階調値差を有するピクセルの個数、その階調値差を有するピクセルの座標等の情報をも用いて欠



陥部分や欠陥個数を算出しても良い。具体的には、例えば所定の階調値差を有するピクセルが所定の座標範囲内に一定以上あるときに1つの欠陥があるとしてもよい。

#### 【0050】

一方、図6に示すように、閾値よりも小さい値の階調値差を有するピクセルに対応する検査領域B上の部分は適正部分とされる。図6中、階調値差が0より大きく閾値よりも小さい部分はノイズ成分により階調値差が生じたものである。ノイズ成分としては、例えば膜厚むら、ステージのアライメント精度等があり、階調値差が低いほど、ピクセルカウント数が大きくなった。

#### 【0051】

以上のダイ比較方式では、3つの画像データA～Cを用いて検査領域Bの欠陥個数や欠陥部分を検出する場合を説明したが、画像データA、Bの2つの画像データのみを用いて検査領域B上の欠陥個数等を算出することも当然に可能である。さて、前述の欠陥検出個数算出工程（ステップS3）においては、上に説明したダイ比較方式を用いて、図3の各検査領域10（21）～10（24）に存在する欠陥個数を、閾値を0から255までの256段階に変化させ、それぞれの閾値ごとに算出する。

#### 【0052】

より詳しくは、まず、先述のデジタル画像データ記憶部3に記憶された検査領域10（21）～10（23）（図3参照）のデジタル画像データを用いて、先述したダイ比較方式により、検査領域10（22）における欠陥個数を算出する。この際、閾値を0～255まで1ずつ増やして変化させ、各閾値ごとに欠陥個数を算出する。このようにして閾値を0～255まで順次変化させて、各閾値ごとの欠陥個数を検出することで、検査領域10（22）について、閾値と欠陥個数の組み合わせデータが256組作成される。同様にして、検査領域10（21）、10（23）、10（24）についても閾値と欠陥個数の組み合わせデータをそれぞれ256組作成する。本例では、閾値を0～255までの256段階に変化させているが、例えば0、2、4、6、・・・と128段階に変化させ、また51、52・・・100等と特定の範囲において変化させるなど、検査を

行うべき閾値は目的に応じ適宜変更可能である。

#### 【0053】

次に、図1に示すように、画像データ取得工程（ステップS1）、デジタル画像データ記憶工程（ステップS2）、欠陥検出個数算出工程（ステップS3）を、複数回（m回）例えば5回繰り返し行う。このとき、上で用いたものと同じウエハ8を用い、同じ検査領域10（21）～10（24）に対して上の工程を行う。当然ながら上で用いたウエハ8と異なるウエハを用いてもよく、また検査領域10（21）～10（24）とは異なる検査領域に対して欠陥検出を行ってもよい。本繰り返し工程により、閾値と欠陥個数の組み合わせデータが、検査領域10（21）～10（24）のそれぞれについて $256 \times 5 = 1280$ 組作成されることとなる。

#### 【0054】

次に、図1に示すように、標準偏差算出工程（ステップS4）について説明する。

#### 【0055】

この標準偏差算出工程は、上の欠陥個数算出工程において算出された閾値と欠陥検出個数との組み合わせデータを用いて閾値（0～255）毎に欠陥検出個数の標準偏差を算出する工程であり第1の演算部5（図2参照）において実行される。より詳しくは以下の通りである。

#### 【0056】

即ち、上述の欠陥個数算出工程において算出した閾値と欠陥検出個数の組み合わせデータから通常の統計的手法を用いて各閾値（0～255）毎に欠陥検出個数の標準偏差を求める。このようにして各閾値ごとに欠陥検出個数の標準偏差を算出したものをグラフ13として図7に示す。

#### 【0057】

図7は、横軸を閾値（階調値差）、縦軸を欠陥検出個数の標準偏差とするグラフ13を示す。

#### 【0058】

図7に示すように、閾値が低い方では欠陥検出個数の標準偏差は大きい。これ

は、検出系・光学系等のハード系ノイズ、例えばアライメント誤差等の検査装置固有のノイズが多いからである。一方、閾値が高い方では欠陥検出個数の標準偏差は比較的小さい。これは、検査装置のノイズにより生じる小さな階調値差は、検査対象の膜厚むら、配線の太さむら等による大きな階調値差に吸収されてしまうためである。

#### 【0059】

次に、図1に示すように、閾値範囲特定工程（ステップS5）について説明する。

#### 【0060】

この閾値範囲特定工程は、上述した標準偏差算出工程で算出された閾値（階調値差）と欠陥検出個数の標準偏差との関係を用いて、最終的に算出すべき閾値の範囲を特定する工程であり第2の演算部6において実行される。より詳しくは以下の通りである。

#### 【0061】

図8は、最終的に算出すべき閾値の範囲を特定する計算処理を示すフローチャートであり、図9及び図10は、図8のフローチャートで行われる処理をグラフにて示す図である。図9中のグラフ13は図7に示されるグラフと同じものである。

#### 【0062】

以下、図8～図10を参照して、特に図9を参照して、閾値の範囲を特定する計算処理を説明する。

#### 【0063】

まず、図9に示すように、閾値 $T_h$ （ $=0 \sim 255$ ）と欠陥検出個数の標準偏差との関係を示す曲線グラフ13において、例えば閾値 $T_h$ として（ステップS11）ある値を選択する。この閾値 $T_h$ よりも小さい範囲で、曲線グラフ13を一次関数（ $y = f(x)$ ）で近似し、一方閾値 $T_h$ よりも大きい範囲では定数（ $y = c$ ）で近似する。近似にあたっては、例えば最小自乗法を用い、算出された近似式に対する残差（実データとの差） $\epsilon_i$ （ $i = 0 \sim 255$ ）の二乗和値 $S = \sum \epsilon_i^2$ を算出し記憶する（ステップS12）。以上の閾値 $T_h$ を選択してか

ら残差の二乗和値  $S$  を記憶するまでのステップを閾値  $T_h$  を  $0 \sim 255$  に変化させてそれぞれの閾値について行う（ステップ  $S13$ ）。これにより、各閾値  $T_h$   $0 \sim 255$  と、各閾値  $T_h$  に対応する残差の二乗和  $S$  との組み合わせデータが求まる。ここまで説明した内容が、図 8 のステップ  $S11 \sim 13$  として示される。次に、この各閾値  $T_h$  と各閾値  $T_h$  に対応する残差の二乗和値  $S$  との関係をグラフとして図 10 に示す。図 10 に示すように、各閾値  $T_h$  と残差の二乗和値  $S$  との関係から、残差の二乗和値  $S$  の値が最小となるときの閾値  $T_h$  を算出する。この閾値  $T_h$  の算出工程は、図 8 のステップ  $S14$  に示される。最終的に決定すべき閾値は、この閾値  $T_h$  より小さい閾値の範囲、あるいはこの閾値  $T_h$  より大きい閾値の範囲から算出することとする（図 11 参照）。つまり、最終的に決定する閾値の範囲を特定する（判別分析）。本例では、後に詳述する図 11 に示すように、この閾値  $T_h$  よりも小さい閾値の範囲  $L1$  から最終的な閾値を算出するものとする（図 11 参照）。

#### 【0064】

次に、図 1 に示すように、閾値決定工程（ステップ  $S6$ ）について説明する。

#### 【0065】

この閾値決定工程は、上述の閾値範囲特定工程によって算出された閾値の範囲内において最終的な閾値を決定する工程であり第 2 の演算部 6（図 2 参照）において実行される。より詳しくは以下の通りである。

#### 【0066】

図 11 は、上述の閾値範囲特定工程（ステップ  $S5$ ）において算出された閾値の範囲  $L1$  において最終的に閾値  $T_{h1}$  を決定する状態を示すグラフである。この閾値  $T_{h1}$  は以下のようにして算出した。

#### 【0067】

即ち、図 11 に示すように、上述のようにして特定された閾値の範囲  $L1$  において、欠陥検出個数の標準偏差が最も小さくなる閾値の値を算出し、このときの閾値を最終的な閾値  $T_{h1}$  として採用した。この閾値  $T_{h1}$  に対応するグラフ 13 上の点を特徴点  $C1$  と称する。

#### 【0068】

さらに、ウエハのロット間ばらつきや、同一ロット内のウエハ間ばらつきを考慮して、上のように決定された閾値  $T_{h1}$  に対して、図 12 に示すように任意のオフセット値  $O1$  を与えた閾値  $T_{h2}$  を最終的な閾値として決定してもよい。この最終的な閾値  $T_{h2}$  に対応するグラフ 13 上の点を特徴点  $C2$  と称する。但し、閾値  $T_{h1}$  にオフセット値  $O1$  を加えて得られた閾値  $T_{h2}$  が許容できる閾値の範囲を外れるのを避けるべく、図 12 に示すように、最小閾値  $T1$  及び最大閾値  $T2$  を設定し、この閾値の範囲  $T1 - T2$  内に上述の閾値  $T_{h2}$  が収まるようにした。

#### 【0069】

以上に説明したステップ  $S1 \sim 5$  を、ステップ  $S1 \sim 3$  の繰り返し回数を 5 回として（図 1 参照）模擬欠陥  $TEG$  (Test Element Group) ウエハ（予めウエハに作り込んだ欠陥の個数、座標が予め分かっている）に適用し、最終的に閾値を閾値  $T_{h3}$  として算出した結果を図 13 に示す。この模擬欠陥  $TEG$  を用いた検査装置のマッチングでは、マッチングに用いる、マッチング作業が早くなり信頼性も高くなる。この例では上述したオフセット値（図 12 参照）を用いずに閾値  $T_{h3}$  を算出している。この閾値  $T_{h3}$  では、欠陥検出率 98%、誤欠陥検出率 1% であった。模擬欠陥  $TEG$  ウエハではなく実際の製品ウエハを用いて同様の実験を行った場合も上と同程度の欠陥検出率、誤欠陥検出率を有する閾値を得ることができた。

#### 【0070】

以上から分かるように、本実施の形態によれば、統計的手法等を用いた定量化された手段により閾値を決定することがきるので、例えば図 14 に示すように、従来のレビュー工程等を不要とし、閾値の決定に費やす時間を短縮することができる。また、レシピの作成者の熟練に左右されることない信頼性のある閾値を算出することができる。

#### 【0071】

上述の閾値範囲特定工程（ステップ  $S5$ ）で行った閾値の範囲の特定（図 8 ～ 10 参照）は他の手法を用いることもでき、例えば図 15 に示すようにして行ってもよい。即ち、閾値を  $r$  より大きい範囲と  $r$  以下の範囲とに分け、欠陥検出個

数の標準偏差をそれぞれの閾値の範囲で積分して積分値  $R_1$ 、 $R_2$  を算出する。そして、積分値  $R_1$  と  $R_2$  の比 ( $= R_1 / R_2$ ) が所定の値を示したときの閾値  $r$  で閾値の範囲を区切り、この閾値  $r$  に基づいて、例えば範囲  $L_3$  を閾値の範囲として特定してもよい。

#### 【0072】

また、上述の閾値決定工程（ステップ S6）で行った閾値の特定（図 11、12 参照）は他の手法を用いることもでき、例えば図 16 に示すようにして行ってもよい。即ち、上述した手段のうち任意の手段を用いて閾値の範囲  $L_4$  を求め、この閾値の範囲  $L_4$  内において欠陥検出個数の標準偏差を閾値で微分した値（直線 E1 の傾き）が所定の値となるグラフ上の特徴点 C3 を算出し、この特徴点 C3 に対応する閾値  $Th_4$  を最終的な閾値として選択してもよい。

#### 【0073】

また、この閾値の特定は図 17 に示すようにして行ってもよい。即ち、上述した手段のうち任意の手段を用いて閾値の範囲  $L_5$  を求め、この閾値の範囲  $L_5$  内において範囲  $L_5$  のグラフ 13 (1) を 2 つの 1 次関数 E2、E3 で近似して、これらの 1 次関数 E2、E3 の交点（特徴点）C5 を求め、この特徴点 C5 に対応する閾値  $Th_5$  を最終的な閾値として選択してもよい。

#### 【0074】

（第 2 の実施の形態）

本実施の形態は、上述した第 1 の実施形態を用いて、複数の検査装置をそれぞれ適正な感度の状態に保とうとするものである（マッチング）。より詳しくは以下の通りである。

#### 【0075】

まず、上述の第 1 の実施の形態を適用して、例えば検査装置 A、B において同一の半導体デバイスサンプルを用いて閾値  $Th_A$ 、 $Th_B$  を算出する。この閾値  $Th_A$ 、 $Th_B$  を求める作業を、上述の半導体デバイスサンプルとは異なる半導体デバイスサンプルを例えば 5 つ用いて行う。当然ながらこの 5 つの半導体デバイスサンプルは互いに異なるものである。このようにして検査装置 A、B において 6 つの半導体デバイスサンプルのそれぞれごとに求められた閾値  $Th_A$ 、 $Th$

Bを、横軸を閾値 $ThA$ 、縦軸を閾値 $B$ とする座標系にプロット（合計6つ）した結果を図18に示す。

図18に示すように、これらのプロット点 $P1 \sim P6$ における閾値 $ThA$ 、 $ThB$ のデータを用いて直線近似法等により閾値 $ThA$ 、 $ThB$ の近似線（較正線） $E4$ を作成した。この較正線 $E4$ の傾きは1であった。理想的にはこの較正線 $E4$ 上に各プロット点 $P1 \sim P6$ は位置するが、検査装置A、Bにおける装置固有の機種差等のため較正線 $E4$ 上から多少離れた位置に存在するプロット点もある。しかし、これらのプロット点 $P1 \sim P1$ の位置からも分かるように、閾値 $ThA$ 、 $ThB$ の相関の程度を示す相関係数 $R$ （例えば $0 < R < 1$ ）は所定値以上になるものと考えられる。なお、理想的には相関係数 $R$ は1となる。従って、例えば、上述の装置固有の機種差等を考慮して相関係数 $R$ の許容範囲を定め、この範囲に相関係数 $R$ が入らないときは、検査装置にメンテナンスが必要である等と判断できる。また、相関係数 $R$ の値が好適ではあるものの、較正線 $E4$ の傾きが1からかけ離れている場合は、検査装置にメンテナンスを要する可能性があるとは判断できる。

#### 【0076】

以上のように、本実施の形態によれば、定量的に算出された閾値に基づいて各検査装置を適正な感度状態に保つ（マッチングする）ようにしたので、マッチングにかかる時間を短縮させ、マッチング結果における信頼性も有利なものとすることができる。

#### 【0077】

##### （第3の実施の形態）

本実施の形態では、上述した第1の実施の形態を用いて、検査装置が所定の品質を維持しているか等の検査装置の品質管理（検査装置QC）を行おうとするものである。具体的には、以前までに複数回行った各検査時に得られた検査結果と、今回行った検査時に得られた検査結果を比較することにより、以前まで及び今回の検査を行った検査装置が現時点において所定の品質を維持しているかを確認しようとするものである。より詳しくは以下の通りである。

#### 【0078】

まず、今回、ある検査装置にて、第1の実施の形態を用いて、例えば6つの半導体デバイスサンプルの閾値をそれぞれ求める。一方、以前同一の検査装置にて行った複数回の各検査において上述の6つの半導体デバイスサンプルからそれぞれ算出された閾値を平均して各半導体デバイスサンプルごとに平均値を算出する。例えば、今回よりも以前にn回、閾値の算出を行っていれば、6つの半導体デバイスサンプルのそれぞれについて得られたn個の閾値の平均を算出する。以上により、6つの半導体デバイスサンプルのそれぞれについて、以前求めた閾値の平均値と今回求めた閾値との組み合わせデータが算出される。この6つの組み合わせデータを、横軸を今回求めた閾値、縦軸を以前求めた閾値の平均値とした座標系にプロットしたものをプロット点P11～P16として図19に示す。

#### 【0079】

図19に示すように、直線近似法等を用いて各プロット点P11～P16の近似線E5を作成した。この近似線E5の傾きは1付近である必要があり、相関係数Rも1付近の高い値でなければならない。従って、近似線E5の傾きあるいは相関係数Rの許容範囲を定め、この許容範囲に属さない傾きあるいは相関係数Rを有する検査装置は、所定の品質を満たさないとして、例えばメンテナンスの必要がある等と判断できる。

#### 【0080】

以上から分かるように、本実施の形態によれば、定量的に算出された閾値に基づいて検査装置の品質管理を行うようにしたので、検査装置の性能変化を感度よくとらえたより厳しい検査装置の管理が可能となる。

#### 【0081】

(第4の実施の形態)

本実施の形態は、上述した第1及び3の実施の形態を用いて検査装置の品質管理を行いつつ、検査装置を後述する全体コストが最適となるように稼働させようとするものである。

#### 【0082】

まず、全体コストの最適化の概念について説明する。

#### 【0083】



図20は、全体コストを最適化するモデルフレームの一例を示すグラフ（損失関数）である。横軸が、ウエハの検査間隔（検査ロット間隔）を示し、縦軸がコスト（損失）を示す。

#### 【0084】

図20の検査コストグラフG1に示すように、ウエハの検査間隔が大きくなるにつれ、つまりウエハの検出頻度が低下するにつれ、ウエハの検査に要するコスト（検査コスト）は低くなる。一方、ロスコストグラフG2に示すように、ウエハの検査間隔が大きくなると、不良品の見逃しによる損失（ロスコスト）は大きくなる。全体としての損失（全体コスト）は、検査コストとロスコストの総和となり、図中、検査コストグラフG1とロスコストグラフG2とを加算したグラフG3として示される。従って、全体としての損失が最小となるウエハの検出間隔は、全体コストグラフG3から分かるように、グラフG3上で最も全体コストの低い最適点Opに対応する検出間隔F1である。以上のようにして全体コストを最小とする、つまり全体コストを最適化するウエハの検査間隔を求めることができる。ここでは、全体コストに影響を与えるコスト因子として検査間隔を例にとったが、その他にも、例えば、使用検査装置の種類、ウエハ検査枚数、検査面積範囲（検査面積カバレッジ）、欠陥レビュー数、欠陥レビュー方式等がある。本実施の形態では、これらコスト因子の値を、全体コストが最適になるように定量的に算出し、その結果に基づいて、ウエハの検査を、最適なコストにて行おうとするものである。

#### 【0085】

図21は、全体コストを最適化する種々のコスト因子の値を算出し、算出したコスト因子の値に基づいて検査を行うコスト管理システムを示す構成図である。

#### 【0086】

このコスト管理システムは、後述する予測歩留情報、プロセス装置情報、製品計画情報等に基づいて全体コストを最適化するコスト因子（例えば検査間隔、ウエハ検査枚数等）の値データを作成し、このコスト因子値データに基づいてウエハの検査等を実施する欠陥検査管理システム15を備える。また、欠陥検査管理システム15によるウエハの検査により検出された欠陥データ等に基づいて、上

述のコスト因子値データの作成に用いる予測歩留情報及びプロセス装置情報をフィードバック修正する歩留予測サーバ22及びCR (Clean Room) 装置サーバ24をこのコスト管理システムは備える。また、このコスト管理システムは、図示しない検査装置において行われた、テスターによるウエハの電気特性検査の結果データを用いて、上述の欠陥データの正当性の確認処理を行う電気特性サーバ26を備える。より詳しくこのコスト管理システムについて述べれば以下の通りである。

#### 【0087】

図21に示すように、このコスト管理システムの主要部を構成する欠陥検査管理システム15は、全体コストを最適にする各種のコスト因子の値データ（コスト因子値データ）、例えば、検出間隔データ、使用検査装置データ、ウエハ検査枚数データ、検査面積カバレッジデータ、欠陥レビュー数データ、欠陥レビュー方式データ等を所定の演算式によって算出するコスト演算部16を備える。

#### 【0088】

また、コスト演算部16により算出された検査間隔データ等のコスト因子値データに基づいてウエハの欠陥検査を実施する検査装置18A、18Bをこの欠陥検査管理システム15は備える。これら検査装置18A、18Bの閾値データや、例えば画像を取得する際の解像度等を示す検査モードデータ等の検査データは予め検査装置18A、18Bに設定されているものとする。

#### 【0089】

また、検査装置18A、18Bで検出された欠陥データ（欠陥個数、欠陥サイズ、欠陥種、欠陥座標等のデータ）を用いてウエハの欠陥分類（レビュー分類）を行うレビュー装置19A、19Bをこの欠陥検査管理システム15は備える。

#### 【0090】

また、この欠陥検査管理システム15は、上述したコスト演算部16により算出された検査間隔データ等のコスト因子値データ、検査装置18A、18Bに予め設定される検査データ、検査装置18A、18Bによる欠陥データを管理する欠陥検査データ管理サーバ20を備える。さらに、欠陥検査管理システム15は、これらコスト因子値データ、検査データ、欠陥データを記憶保持する第1のデ

ータベースD1を備える。

#### 【0091】

以上の構成の欠陥検査管理システム15を備えるコスト管理システムは、上述の第1のデータベースD1に記憶保持された欠陥データ等を用いて歩留りを予測する歩留予測サーバ22と、歩留予測サーバ22により算出された歩留予測データを記憶保持する第2のデータベースD2とを備える。

#### 【0092】

また、このコスト管理システムは、ウエハのプロセス工程で用いるプロセス装置に関連する各種データ（装置名、台数、処理形態、スループット、装置価格、減価償却期間、人件費、保守費、動力費、稼働率等のデータ）や製品計画データ（予算歩留り、投入ロット数、工期、工賃、工程数等のデータ）を管理するCR装置サーバ24を備える。また、このCR装置サーバ24によって管理され、上述のプロセス装置に関連する各種データ及び製品計画データを記憶保持する第3のデータベースD3をコスト管理システムは備える。

#### 【0093】

さらに、このコスト管理システムは、ウエハ等の電氣的不良を確実に検出するテスター検査装置（図示せず）でのテスター検査（実歩留り検査）における検査結果データを取得する電気特性サーバ26を備えている。この電気特性サーバ26は、受信した検査結果データからウエハの電氣的な不良がある部分に関するデータを取り出して、ウエハの電氣的な不良がある部分の座標データを算出するものとして構成されている。そして、この電気特性サーバ26は、検査装置18A、18Bから欠陥データ（欠陥座標データを含む）を受信し、この欠陥データと算出した座標データとを突き合わせて、検査装置18A、18Bから受信した欠陥データの正当性の確認処理を行うものとして構成されている。そして、この電気特性サーバ26は、突き合わせの結果として突き合わせ結果データをこの電気特性サーバ26に接続された第4のデータベースに記憶するものとして構成されている。

#### 【0094】

次に、以上のコスト管理システムの動作を、このコスト管理システムの主要部

である欠陥検査管理システム 15 の動作を主体にして説明する。

#### 【0095】

図 22 は、コスト管理システムの欠陥検査管理システムの動作を説明するフローチャートを示す。

#### 【0096】

まず、コスト演算部 16 は、全体コストを最適にするコスト因子値データを算出する最適コスト演算を行うに当たって必要となるデータを第 1 ～ 第 4 のデータベース D1 ～ D4 から収集する。コスト演算部 16 は、第 1 ～ 第 4 のデータベース D1 ～ D4 から収集したデータに基づいて、最適コスト演算を行う演算式の各種パラメータに設定するデータを生成する（ステップ S21）。

#### 【0097】

次に、コスト演算部 16 は、生成した各種データを上述の所定の演算式のパラメータに設定して、最適コスト演算を行い、全体コストを最適にする検査間隔データ等のコスト因子値データを算出する（ステップ S22）。

#### 【0098】

より詳しくは、コスト演算部 16 は、演算式の各種パラメータにデータを入力した後、例えば検査間隔データを変数とする検査コスト関数（図 20 のグラフ G1 参照）と、検査間隔データを変数とするロスコスト関数（図 20 のグラフ G2 参照）を算出する。次いで、これら検査コスト関数とロスコスト関数との和である全体コスト関数（図 20 のグラフ G3 参照）を算出する。同様にして、ウエハ検査枚数データ等の他のコスト因子値データについてもそれぞれの全体コスト関数を算出し、これらの全体コスト関数を総合評価して最も全体コストが低くなる値を採用する。（以上ステップ S22）。

#### 【0099】

このステップ S22 では、全体コストが最小となる検査間隔データ等のコスト因子値データを算出したが、必要に応じて全体コストを犠牲にし、例えば、図 23 に示すように、検査間隔を小さくしてもよい。即ち、検査装置の能力（キャパシティ）が余っている場合には検査装置の余剰能力を用いて検査間隔を小さく、つまり検出頻度を多くしてもよい。また、後述する予測歩留データを算出するた

めに多数のウエハを検査する必要がある場合にも全体コストを犠牲にして検査間隔等を小さくしてもよい。

#### 【0100】

上のようにして検査間隔データ等のコスト因子値データ等を算出した後は、次に、検査装置のQC（第3の実施の形態及び図19参照）を行うかどうかを検査装置18A、18Bは判断する（ステップS23）。つまり、検査装置18A、18Bには、予め検査装置のQCを行う周期データ（例えば1週間）が登録されており、前回の検査装置のQCを行った時点から周期データの期間が経過したか否かを検査装置18A、18Bは判断する。

#### 【0101】

検査装置18A、18Bが検査装置のQCを行うと判断した場合（ステップS23のYes）、検査装置18A、18Bは、第1の実施の形態を用いて閾値を算出する（ステップS24）。

#### 【0102】

検査装置18A、18Bは、第3の実施の形態を用いて、算出された閾値が規定の範囲内に存在するか判断し（ステップS25）、規定の範囲外に存在すると判断した場合（ステップS25のYes）、閾値の算出に用いたウエハに異常があるかどうかを確認する（ステップS26）。

#### 【0103】

ウエハに異常が無いと判断すれば（ステップS26のNo）、検査装置18A、18Bに異常が生じていると判断して検査装置18A、18Bにメンテナンスを施す（ステップS27）。そして、再度、検査装置18A、18Bにおいて閾値を算出し（ステップS24）、算出された閾値が規定の範囲内に存在するかを判断する（ステップS25）。

#### 【0104】

一方、上述のステップS23において、検査装置18A、18Bが検査装置のQCを行わないと判断した場合（ステップS23のNo）、及びステップS25で検査装置18A、18Bが閾値に異常が無いと判断した場合（ステップS25のNo）、ステップS26でウエハに異常があると判断された場合（ステップS

26のYes)はステップS28に進む。即ち、検査装置18A、18Bは、ステップS22の最適コスト演算で算出された検出間隔データ等のコスト因子値データを受信し、受信した検出間隔データ等のコスト因子値データに基づいてウエハの欠陥検査を行う(ステップS28)。

#### 【0105】

ウエハの欠陥検査を行った検査装置18A、18Bは、欠陥検査による検出された欠陥データ(欠陥座標、欠陥個数、欠陥種、欠陥サイズ等のデータ)を欠陥検査データ管理サーバ20に送り、欠陥検査データ管理サーバ20は受信した欠陥データを第1のデータベースD1に記憶する(ステップS29)。また、検査装置18A、18Bは、検出した欠陥データのうち、例えば欠陥座標データ等を、欠陥レビュー装置19A、19Bに送る(ステップS29)。

#### 【0106】

検査装置18A、18Bから欠陥座標データ等を受信した欠陥レビュー装置19A、19Bは、ステップS22の最適コスト演算で算出された欠陥レビュー方式データや欠陥レビュー数データ等をコスト演算部16から受信し、受信したこれらのデータに従って欠陥分類を行う(ステップS30)。受信した欠陥レビュー方式データがADC方式データであるときは、レビュー数のスループットは上がるもののレビューによる欠陥の分類精度は低くなる。一方、受信した欠陥レビュー方式データがマニュアル分類方式データであるときは、レビューによる欠陥の分類精度は高くなるもののレビュー数のスループットは下がる。

#### 【0107】

レビューによる欠陥分類を終えた後、欠陥レビュー装置19A、19Bは、欠陥レビューデータを欠陥検査データ管理サーバ20に送信する(ステップS31)。

#### 【0108】

欠陥検査データ管理サーバ20は、受信した欠陥レビューデータを第1のデータベースD1に記憶する(ステップS32)。

#### 【0109】

上述した欠陥データや欠陥レビューデータを第1のデータベースD1に記憶し

た欠陥検査データ管理サーバ20は、第1のデータベースに記憶された欠陥データ、欠陥レビューデータを歩留予測サーバ22に向けて送信（フィードバック）する（ステップS33）。

#### 【0110】

以上のようにして欠陥検査管理システム15による処理が終わった後は、以下のように他の装置による処理が行われる。

#### 【0111】

即ち、欠陥検査データ管理サーバ20から欠陥データ及び欠陥レビューデータを受信した歩留予測サーバ22は、受信した欠陥データ及び欠陥レビューデータを用いて、歩留予測サーバ22に接続された第2のデータベースD2内の各種のデータを更新し、新たな歩留予測データを算出する。古い歩留予測データはこの新たな歩留予測データにより上書きされる。

#### 【0112】

新たな歩留予測データを算出した歩留予測サーバ22は、電気特性サーバ26に接続された第4のデータベースに記憶された実際の歩留りデータを参照して、この新たな歩留予測データを補正してもよい。また、この歩留予測サーバ22は、第2のデータベースに記憶された欠陥種別キラー予測率データ等を補正してもよい。

#### 【0113】

新たな歩留予測データを算出あるいはこの新たな歩留データを補正した歩留予測サーバ22は、新たな歩留予測データあるいは補正後の歩留予測データをCR装置サーバ24に送る。CR装置サーバ24は、受信した歩留予測データを用いて、CR装置サーバ24に接続された第3のデータベース内の製品計画情報を修正する。また、電気特性サーバ26は、検査装置18A、18Bから欠陥データ（欠陥座標データを含む）を受信し、この欠陥データと、上述したテスター検査結果を用いて算出した座標データとを突き合わせて、欠陥データの正当性の確認処理を行し、確認処理の結果データを第4のデータベースに記憶する。この後は、再び、図22に示したフローチャートに従った処理が繰り返される。

#### 【0114】

以上のように、本実施の形態によれば、検査装置に入力される検査間隔データ等のコスト因子値データを全体コストを加味しつつ定量的に決定できる。また、新規に半導体デバイスの製造ラインを開設するときに、上述したコスト管理システムにおける各種データベースのデータを活用することにより、新たな製造ラインに配置する検査装置の適正な台数を算出することができ、これにより新規に製造ラインを開設する際に伴う投資コストを最適化できる。

#### 【0115】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、複数の半導体装置における各半導体装置の表面の所望のエリアから検出した画像データを用いて統計的手法により関数を作成し、この関数に基づいて欠陥情報検出感度データを決定するようにしたので、定量的に欠陥情報検出感度データを決定することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明を用いて閾値を決定するプロセスの一形態を示すフローチャートである。

#### 【図2】

上述の閾値を決定するプロセスにおいて用いる閾値決定装置の構成の一例を示す図である。

#### 【図3】

所定のプロセスを経た後の基板（ウエハ）を示す図である。

#### 【図4】

検査領域から取得した画像データを複数のピクセルに分割し、各ピクセルごとの画像データをデジタル化した状態を示す図である。

#### 【図5】

ダイ比較方式の仕組みを説明するための図である。

#### 【図6】

横軸を階調値差、縦軸をその階調値差のピクセル数とするグラフを示す。

#### 【図7】



横軸を閾値（階調値差）、縦軸を欠陥検出個数の標準偏差とするグラフを示す。

【図 8】

算出する閾値の範囲を特定する計算処理を示すフローチャートである。

【図 9】

図 8 のフローチャートで行われる処理を具体的に示すグラフである。

【図 10】

図 8 のフローチャートで行われる処理を具体的に示すグラフである。

【図 11】

図 8 のフローチャートの閾値範囲特定工程において算出された閾値の範囲において最終的に閾値を決定する状態を示す。

【図 12】

図 11 で決定された閾値に対して任意のオフセット値を与えた状態を示すグラフである。

【図 13】

図 8 のフローチャートのステップ S 6 を用いて閾値を求めたときの状態を示すグラフである。

【図 14】

第 1 の実施形態の効果の説明するためのグラフを示す図である。

【図 15】

図 8 のフローチャートの閾値範囲特定工程で行った閾値の範囲の特定を他の手法を用いて行う方法を示すグラフである。

【図 16】

図 8 のフローチャートの閾値範囲特定工程で行った閾値の範囲の特定を他の手法を用いて行う方法を示すグラフである。

【図 17】

図 8 のフローチャートの閾値範囲特定工程で行った閾値の範囲の特定を他の手法を用いて行う方法を示すグラフである。

【図 18】

第1の実施の形態を用いて複数の検査装置のマッチングを行う方法を示すグラフである。

【図19】

第1の実施の形態を用いて検査装置のQCを行う方法を示すグラフである。

【図20】

全体コストの最適化のモデルフレームの一例を示すグラフ（損失関数）である。

【図21】

全体コストを最適化する種々のコスト因子値データを算出するコスト管理システムを示す構成図である。

【図22】

コスト管理システムの欠陥検査管理システムの動作を説明するフローチャートを示す。

【図23】

全体コストを犠牲にしてコスト因子値データを修正する状態を示すグラフである。

【図24】

従来の閾値（検査感度）の設定方法を示すフローチャートである。

【図25】

従来の検査装置QCを行う例を示すグラフである。

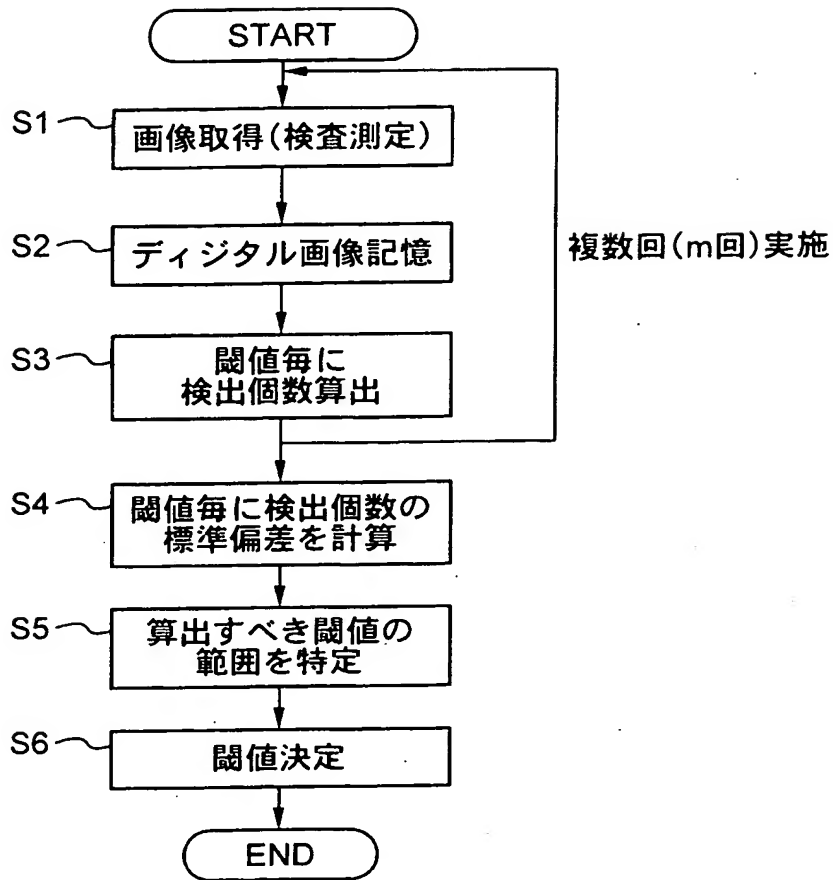
【符号の説明】

- 1 閾値決定装置
- 2 画像データ取込部
- 3 画像データ記憶部
- 4 画像データ比較部
- 5 第1の演算部
- 6 第2の演算部
- 8 基板（ウエハ）
- 9 チップ（半導体デバイス）

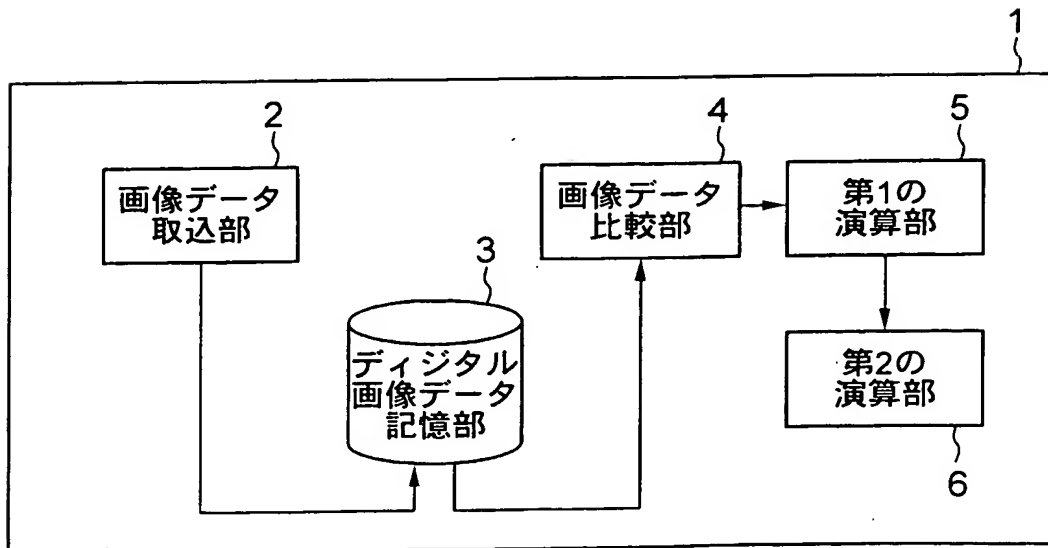
- 1 0 検査エリア
- 1 5 欠陥検査管理システム
- 1 6 コスト演算部
- 1 8 A、1 8 B 検査装置
- 1 9 A、1 9 B レビュー装置
- 2 0 欠陥検査データ管理サーバ
- 2 2 歩留予測サーバ
- 2 4 C R 装置サーバ
- 2 6 電気特性サーバ
- D 1 第 1 のデータベース
- D 2 第 2 のデータベース
- D 3 第 3 のデータベース
- D 4 第 4 のデータベース

【書類名】 図面

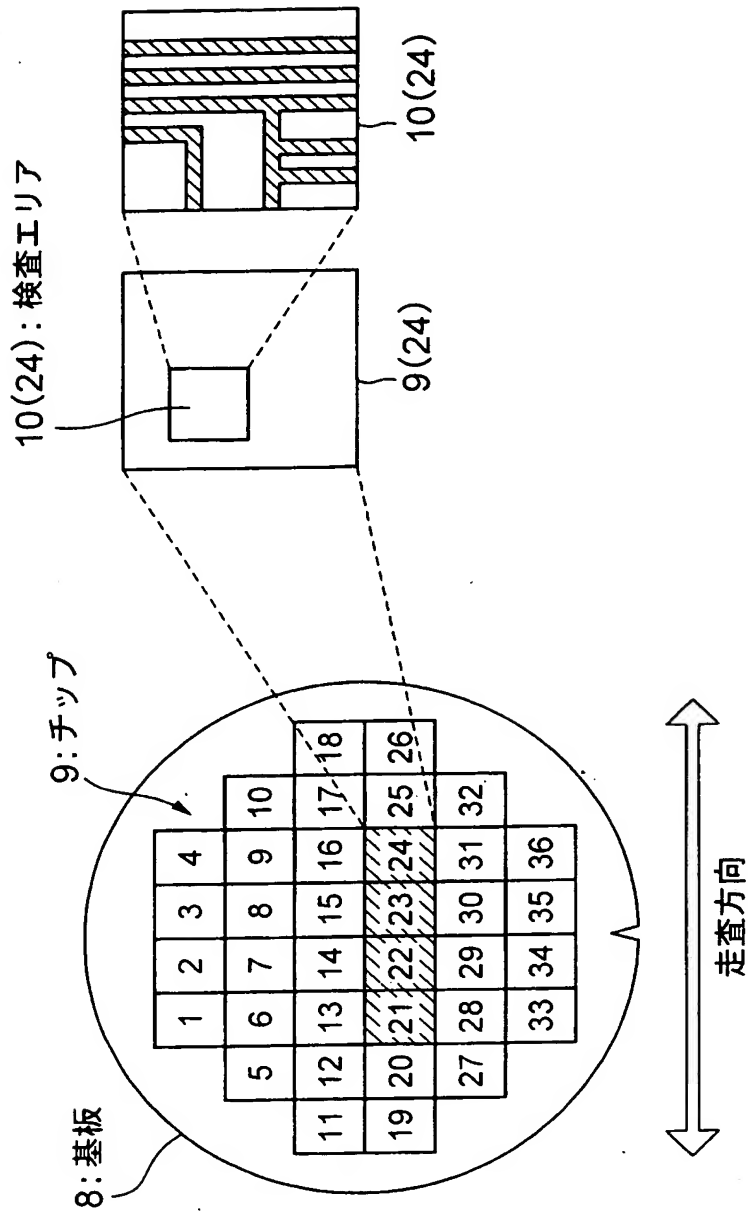
【図1】



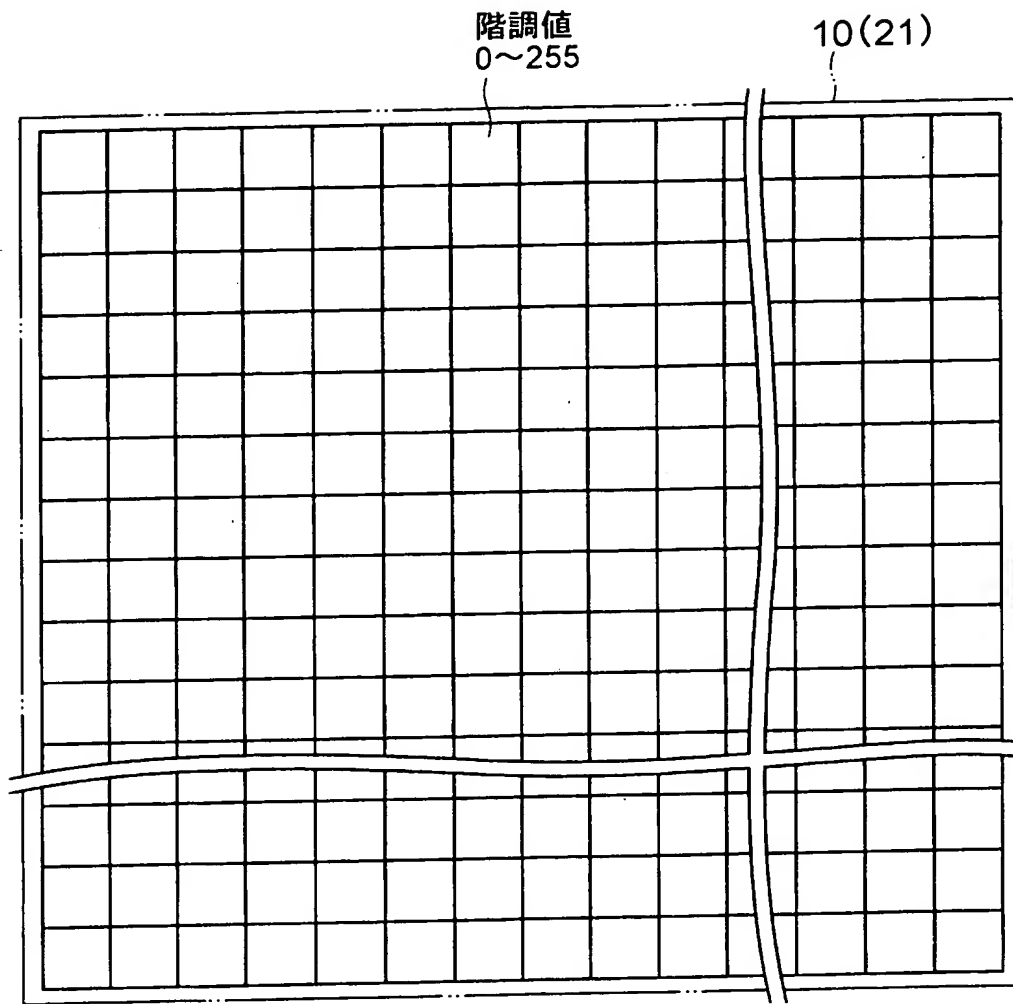
【図2】



【図3】

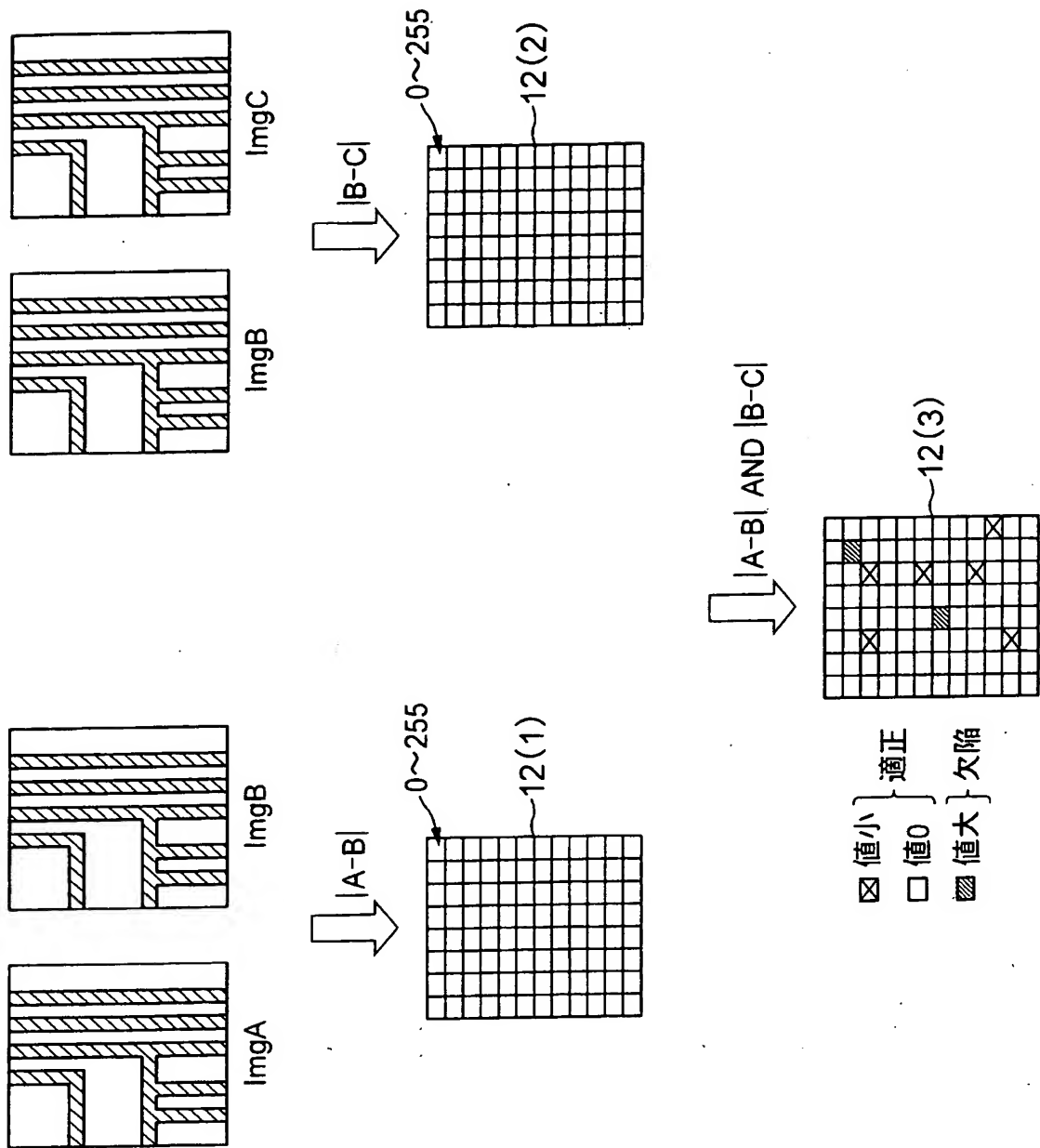


【図 4】

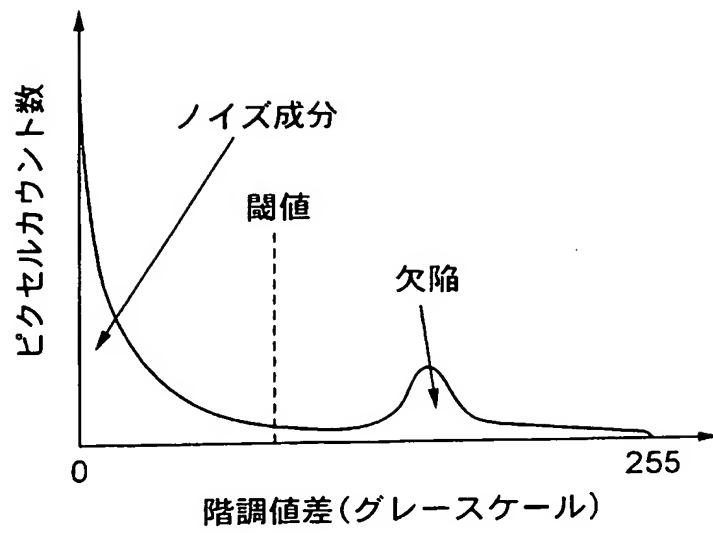


デジタル画像データ

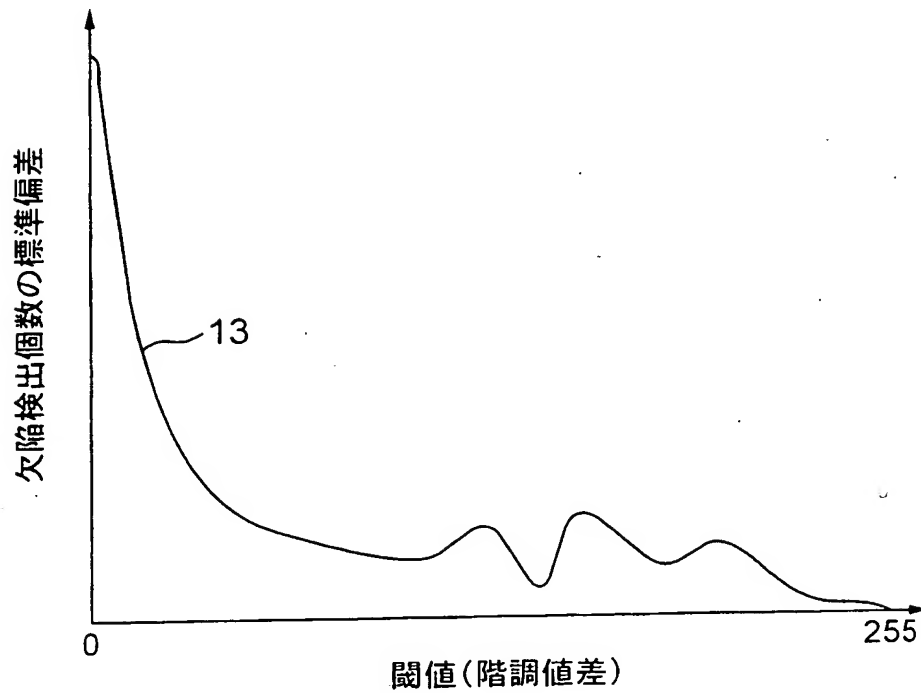
【図 5】



【図 6】

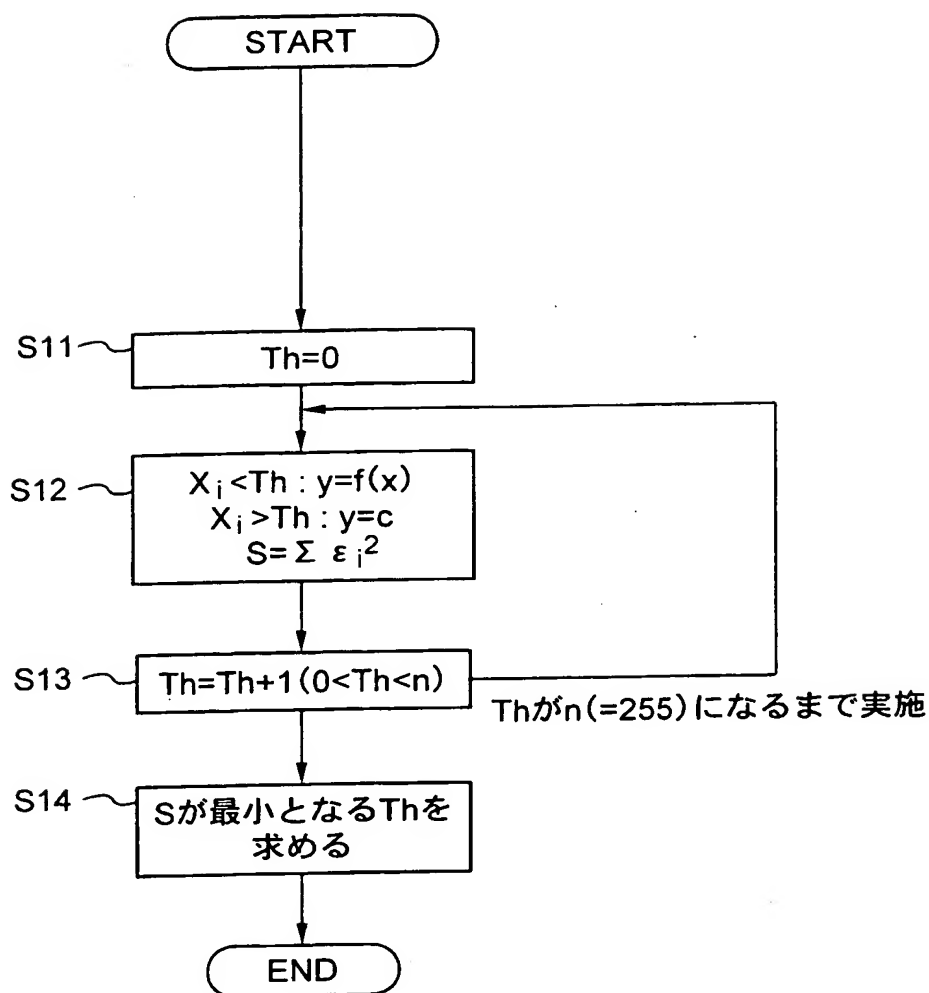


【図 7】

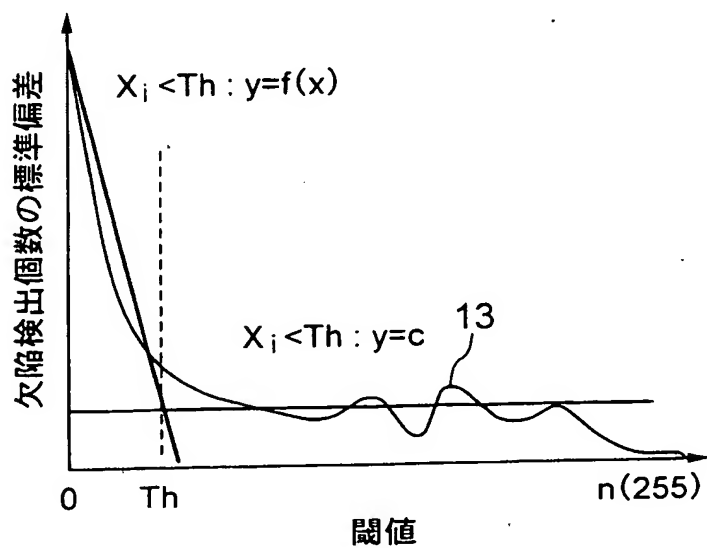




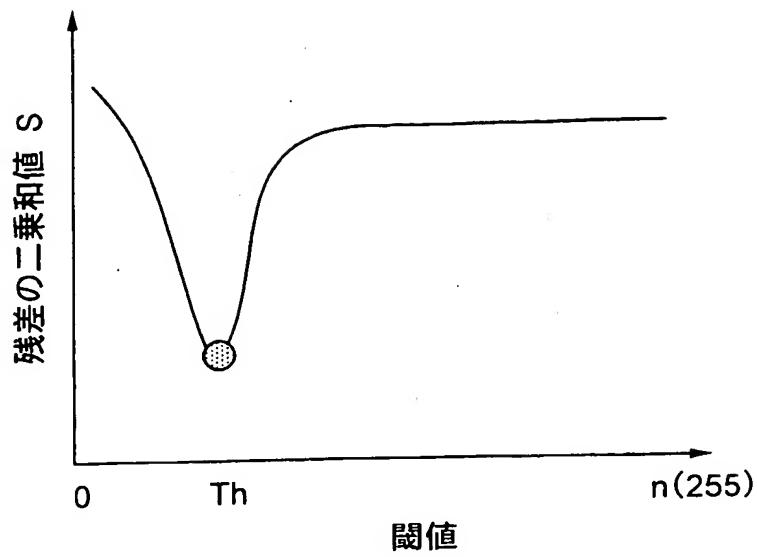
【図 8】



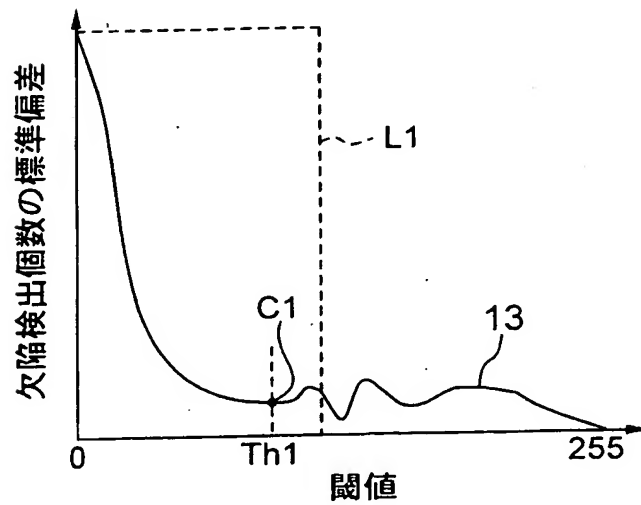
【図 9】



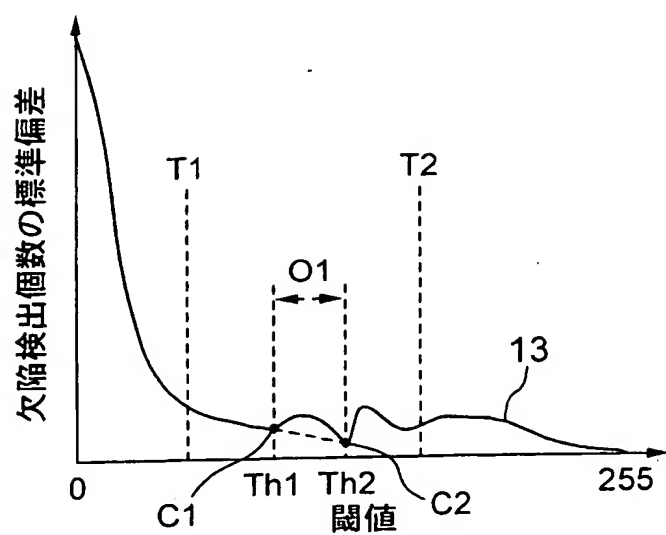
【図 10】



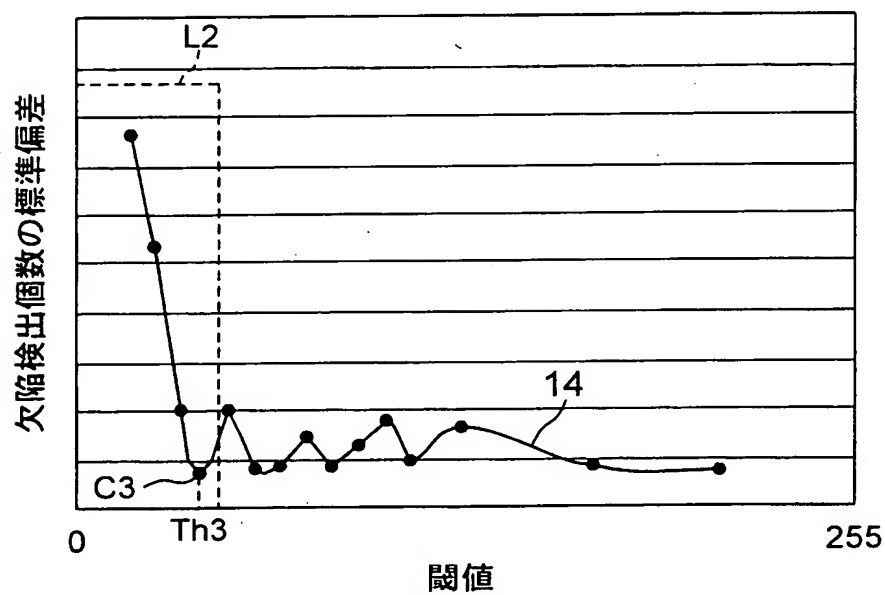
【図 11】



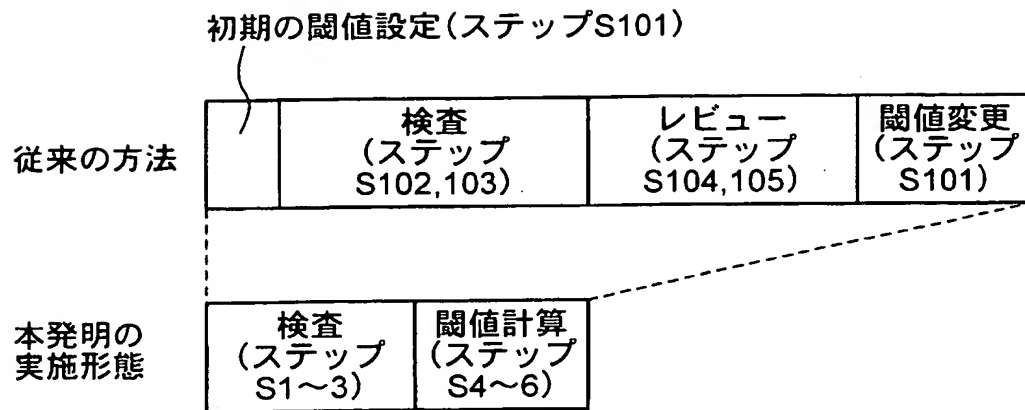
【図 12】



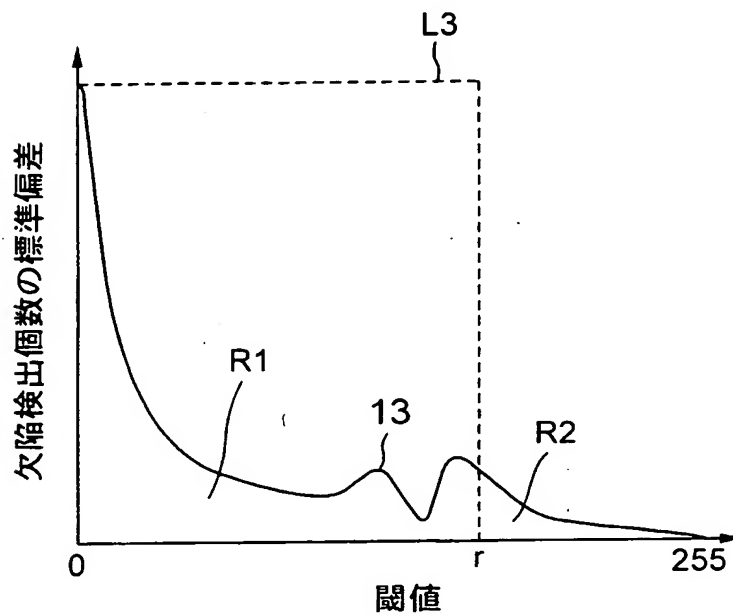
【図 13】



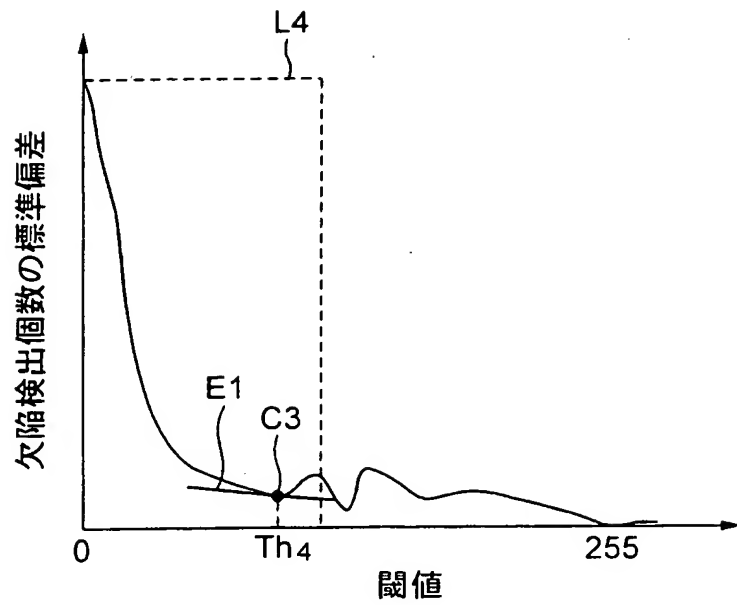
【図 14】



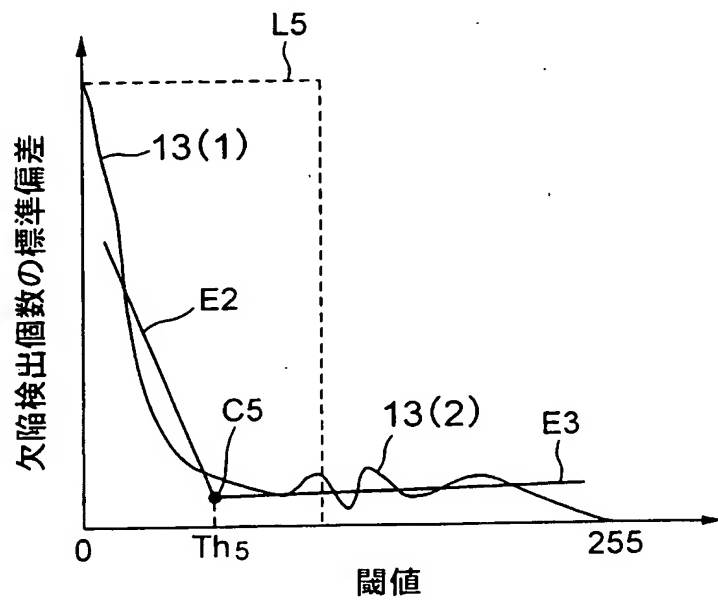
【図 15】



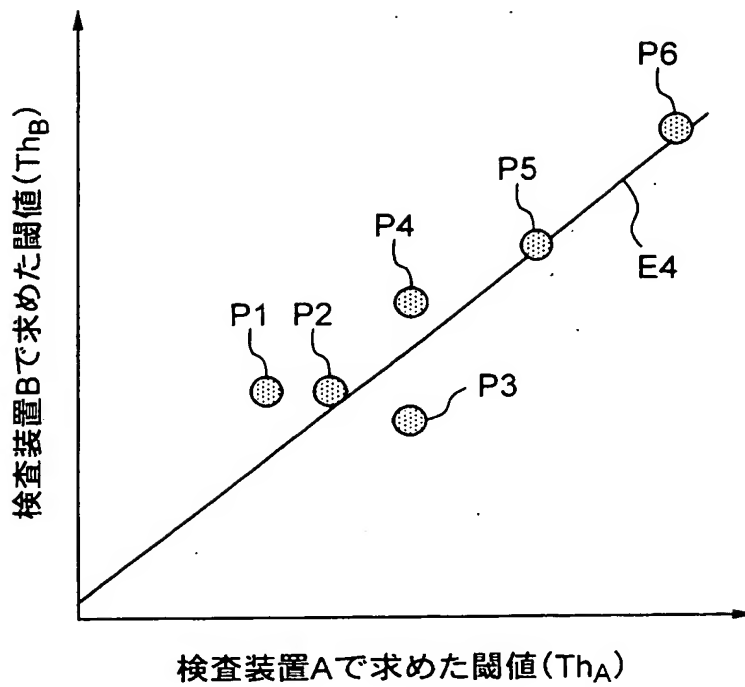
【図 16】



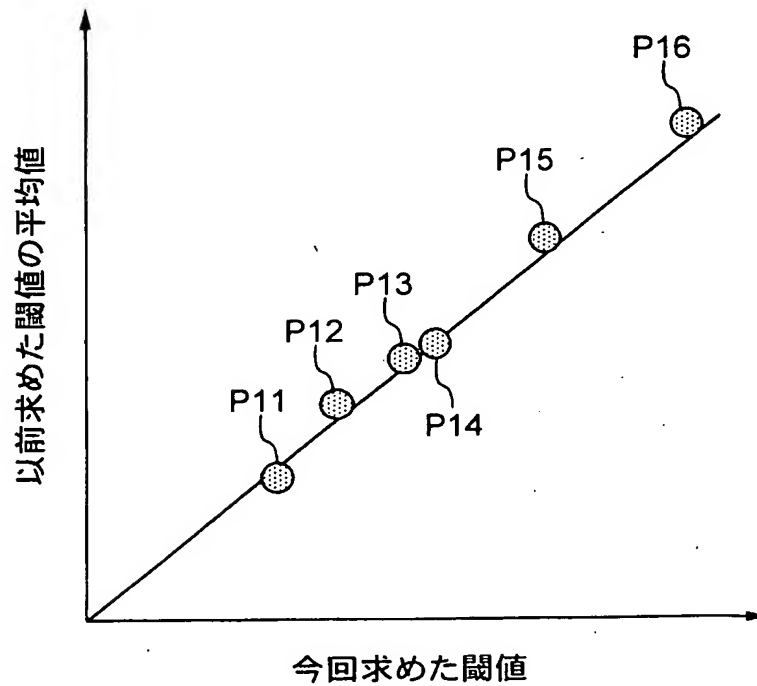
【図 17】



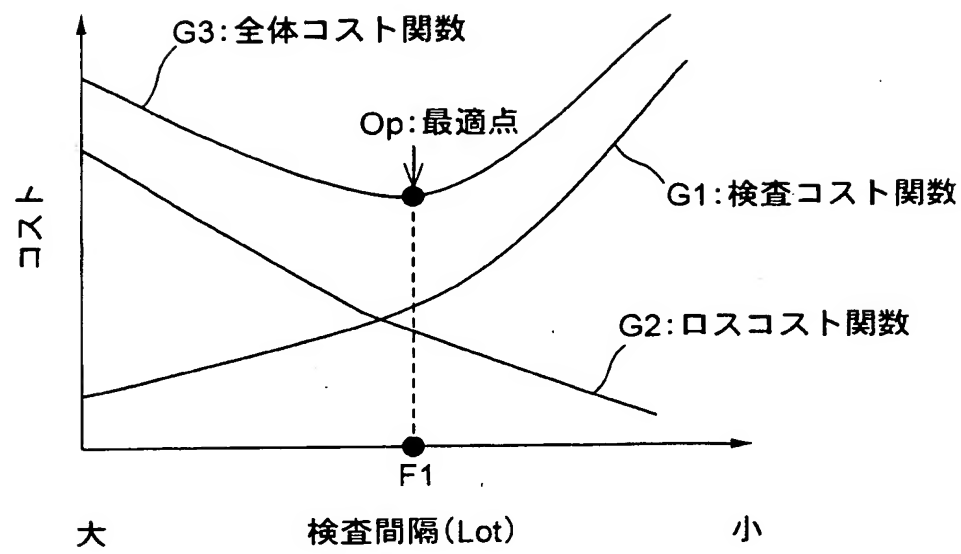
【図 18】



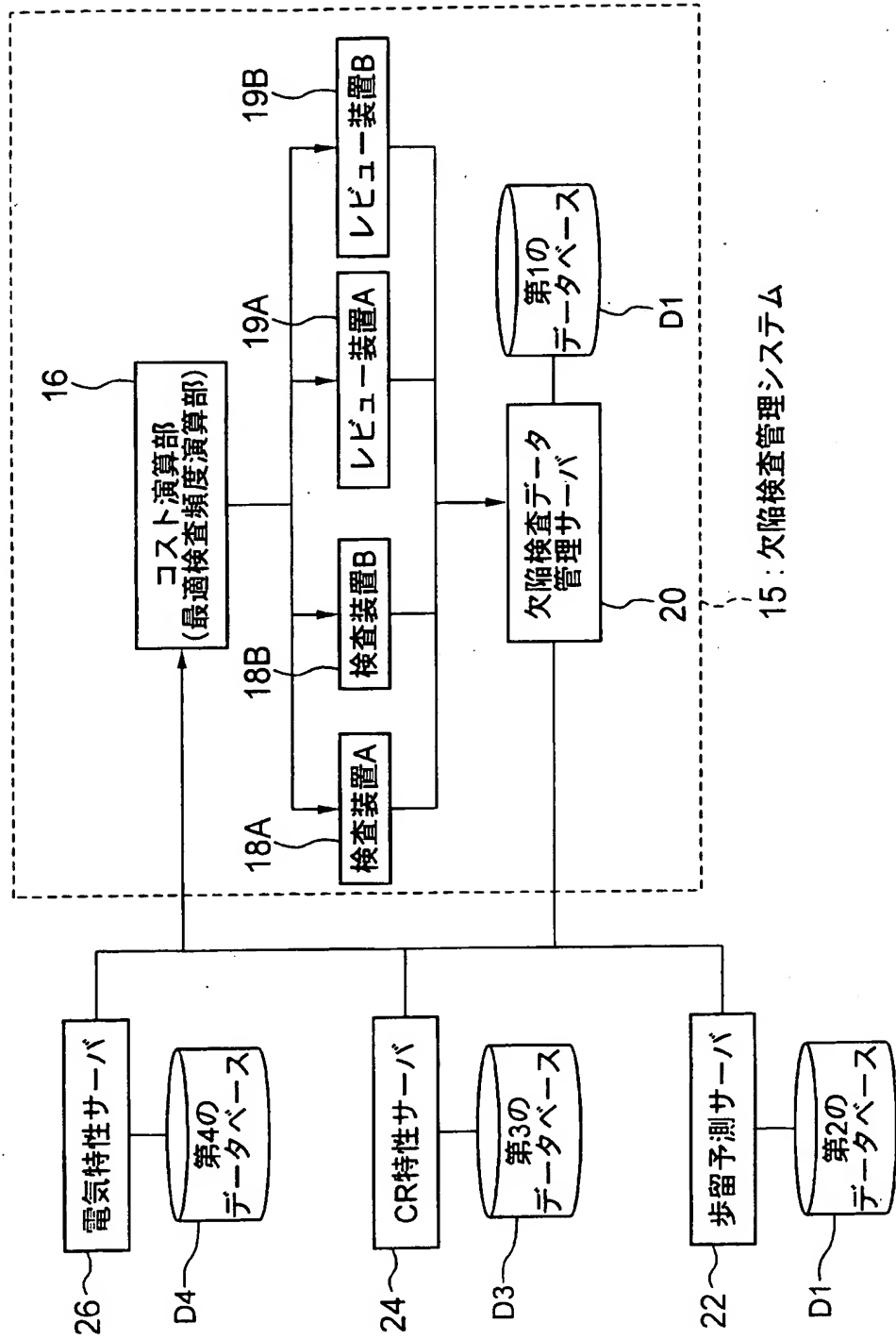
【図 19】



【図 20】

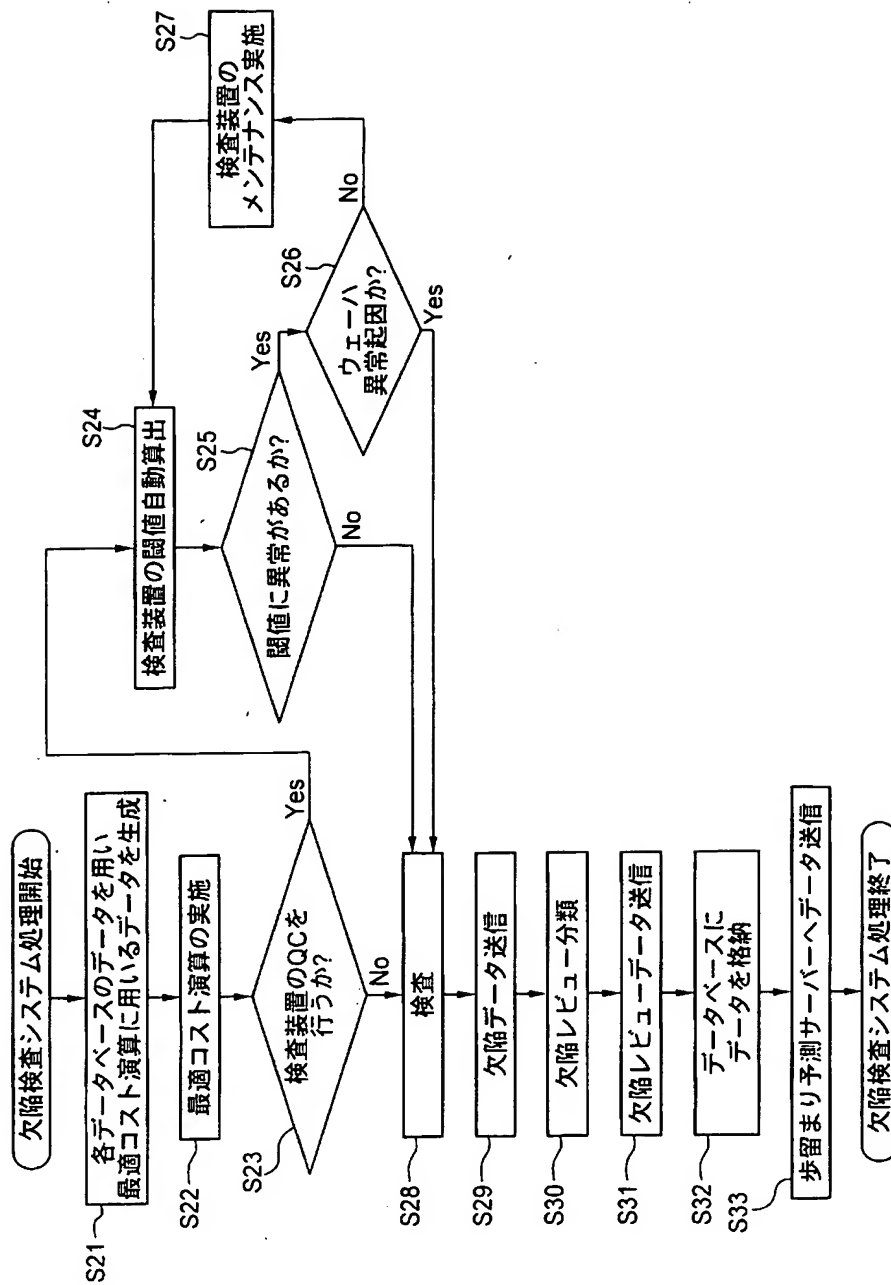


【図21】

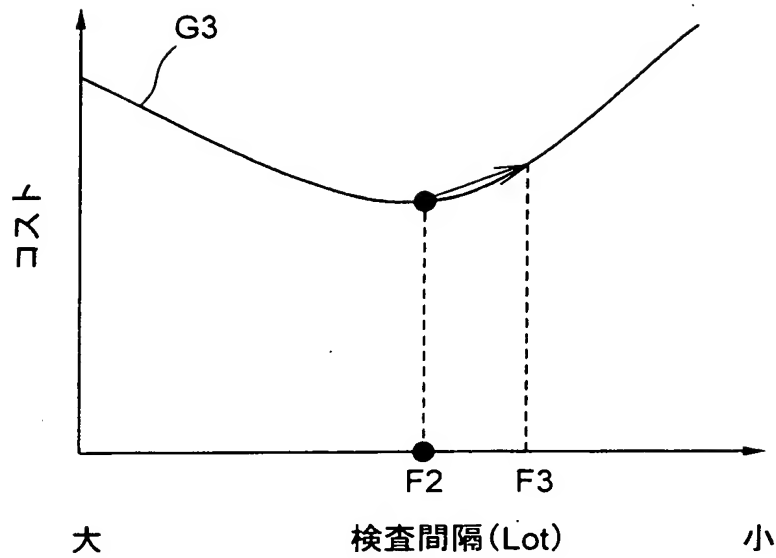




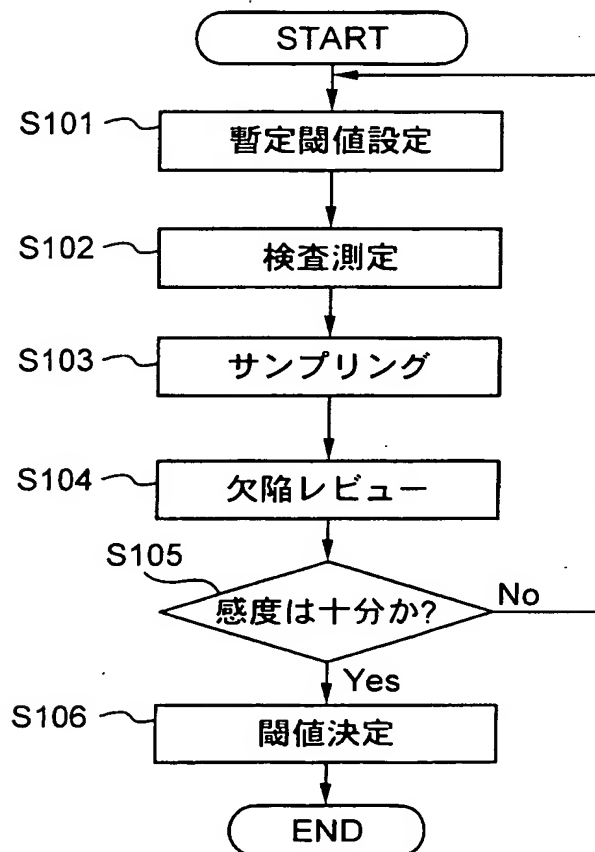
【図 22】



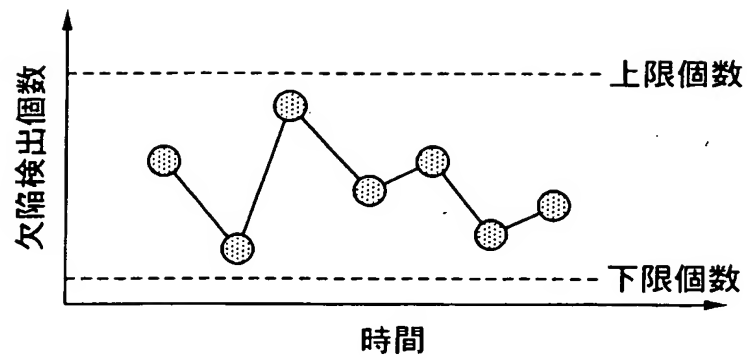
【図 23】



【図 24】



【図 25】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の半導体装置の各半導体装置の表面から検出した画像データを用いて前記半導体装置における欠陥を検出する際に用いられる欠陥検出感度データを定量的に決定する。

【解決手段】 複数の半導体装置における各半導体装置の表面の所望エリアからそれぞれ画像データを取り込み、前記画像データを演算処理して得られたデータを、所定の閾値を設定した欠陥情報検出感度パラメータと比較して、前記所望エリアにおける欠陥情報を取得し、前記欠陥情報検出感度パラメータに設定された閾値を変化させて前記欠陥情報を取得する工程を複数回行って、前記閾値と前記欠陥情報とを対応づけた組み合わせデータを複数取得し、複数の前記組み合わせデータを用いて、所望の統計量データと前記欠陥情報検出感度パラメータとの関係を示す関数を作成し、この関数に基づいて、半導体装置の欠陥検査時において前記所望エリアにおける前記欠陥情報を取得する際に用いられる欠陥情報検出感度データを決定する。

【選択図】 図1

特願 2002-305157

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2003年 5月 9日  
[変更理由] 名称変更  
住所変更  
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
氏 名 株式会社東芝